



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 30 726 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
G 21 C 15/00
G 21 D 1/00

21 Aktenzeichen: 100 30 726.4
22 Anmeldetag: 23. 6. 2000
43 Offenlegungstag: 12. 4. 2001

DE 100 30 726 A 1

30 Unionspriorität:
1999-177512 23. 06. 1999 JP
71 Anmelder:
Kabushiki Kaisha Toshiba, Kawasaki, Kanagawa, JP
74 Vertreter:
HOFFMANN EITLE, 81925 München

72 Erfinder:
Ichikawa, Nagayoshi, Kawasaki, Kanagawa, JP;
Hemmi, Yukio, Yokohama, Kanagawa, JP; Oosato,
Tetsuo, Tokio/Tokyo, JP; Takagi, Junichi, Yokohama,
Kanagawa, JP; Yamazaki, Kenji, Yokohama,
Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Reaktorbauteil und Verfahren zur Verminderung der Korrosion desselben

57 Eine fotokatalytische Substanz mit Eigenschaften eines n-Halbleiters wird auf einer Oberfläche einer Metallunterlage aus rostfreiem Stahl oder Inconel abgeschieden. Wenn erforderlich, wird die Wasserstoffkonzentration des Reaktorwassers erhöht. Ein Strom, der durch die fotokatalytische Substanz bei Bestrahlung mit Licht oder radioaktiven Strahlen in einem Kernreaktor generiert wird, fließt durch die Metallunterlage, wobei der Korrosionsstrom vermindert wird. Wenn erforderlich, wird die fotokatalytische Substanz auf ihrer Oberfläche mit mindestens einem Vertreter von Pt, Rh, Ru und Pd versehen.

DE 100 30 726 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft Reaktorbauteile, nämlich Materialien, die für den Aufbau eines Reaktors verwendet werden, die gegenüber Korrosion in einem Reaktorprimärsystem einer Kernenergieanlage resistent sind, und ein Verfahren zum Unterdrücken von Korrosion der Reaktorbauteile.

Beschreibung des Standes der Technik

In einer Siedewasserreaktor-Energieanlage enthält das Reaktorwasser Sauerstoff und Wasserstoffperoxid, das durch die Radiolyse von Wasser in einem Strahlungsfeld generiert wird. Es ist bekannt, dass in dem Reaktorwasser enthaltener Sauerstoff und Wasserstoffperoxid intergranuläre Spannungskorrosions-Rissbildung ("intergranular stress-corrosion cracking"; IGSCC) in den Bauteilen von rostfreien Stählen und Legierungen auf Nickelbasis in einer Umgebung hoher Temperatur und hohen Wasserdruckes in den Kernreaktoren bewirken. Die Bildung der Spannungskorrosionsrisse und das Fortschreiten der Rissbildung hängen von dem Korrosionspotential ab. Die Reduktion von Sauerstoff und Wasserstoffperoxid vermindert das Korrosionspotential eines Bauteils. Je geringer das Korrosionspotential, desto geringer ist die Möglichkeit der Rissentstehung und des Fortschreitens der Rissbildung.

Ein Wasserstoff-Injektionsverfahren, in dem Wasserstoff durch ein Speisewassersystem in einen Kernreaktor injiziert wird, um in dem Reaktorwasser enthaltenen Sauerstoff und Wasserstoffperoxid zu reduzieren, ist ein Verfahren, das in der Praxis angewendet worden ist, um die Spannungskorrosions-Rissbildung in einigen nationalen und ausländischen Kernenergieanlagen zu verhindern. Jedoch bringt das Wasserstoff-Injektionsverfahren einen nachteiligen Effekt mit sich, der durch die Reaktion von injiziertem Wasserstoff mit durch die Kernreaktion hergestelltem N-16 bewirkt wird, wobei flüchtiges Ammoniak entsteht. Das flüchtige Ammoniak tritt leicht in das Dampfsystem ein, welches die Dosisrate des Turbinensystems erhöht. Wenn Wasserstoff durch das Speisewassersystem in das Reaktorwasser injiziert wird, muss Sauerstoff injiziert werden, um überschüssigen Wasserstoff in dem Abgassystem durch Rekombination zu reduzieren, und verschiedene Einrichtungen sind hierfür notwendig.

Ein Verfahren zur Verminderung des Korrosionspotentials, das vor kurzem vorgeschlagen wurde, um das Korrosionspotential von Bauteilen zu vermindern, ohne diese Probleme zu bewirken, fügt ein Edelmetall, wie z. B. Platin, zu dem Reaktorwasser hinzu, wobei das Edelmetall auf den Oberflächen der Bauteile abgeschieden wird, und vermindert das Korrosionspotential durch Injizieren einer kleinen Menge Wasserstoff in das Reaktorwasser. Dieses Verfahren zur Verminderung des Korrosionspotentials nutzt die Eigenschaft des Edelmetalls, wie z. B. Platin, die reversible Reaktion des Wasserstoffs mit einem geringen Potential zu hemmen, mit der Intention, das Korrosionspotential durch Injizieren einer geringen Menge von Wasserstoff in das Reaktorwasser zu vermindern.

Wenn jedoch dieses Verfahren in einer Kernenergieanlage praktiziert wird, haftet das Edelmetall auch auf einem in dem Brennstoff enthaltenen Zirkoniumoxidfilm, wodurch die Oxidation und Hydrierung des Brennelementmaterials gefördert wird. Zudem wird die Wechselwirkung des in das Reaktorwasser injizierten Wasserstoffs und durch die Kern-

reaktion hergestellten N-16 gefördert, flüchtiger Ammoniak tritt in das Dampfsystem ein und die Dosisrate des Turbinensystems wird erhöht.

Zudem wird die Qualität des Reaktorwassers verschlechtert, wodurch die Stärke der Brennelementmaterialien nachteilig beeinträchtigt wird, da eine Edelmetallchemikalie, enthaltend Verunreinigungen in einer hohen Konzentration, verwendet wird. Somit zeigt das Edelmetall-Injektionsverfahren nun in der Verwendung nachteilige Wirkungen auf die Beibehaltung der Wasserqualität, die Verminderung des Radioaktivitätsübergangs und der Verstärkung des Abbrandgrades des Brennelements. Um diese nachteiligen Wirkungen zu vermindern, ist es erwünscht, ein Verfahren, das eine geringe Menge des Edelmetalls injiziert, und ein Verfahren, das eine Substanz verwendet, die kein Edelmetall ist, zu entwickeln.

Andererseits haften in dem Speisewasser enthaltene Ionen als lose Teilchen an den Oberflächen der in dem Kernreaktor vorgesehenen Bauteile, wenn das Speisewasser eine hohe Eisenkonzentration aufweist. Wenn das Edelmetall, das an den Bauteilen haftet, an diesen Teilchen haftet, haftet das Edelmetall an dem Brennelement, wenn sich die Teilchen von den Oberflächen der Bauteile trennen, und fördert die Oxidation und Hydrierung der Brennelementmaterialien.

Wie oben erwähnt, wechselwirken der Wasserstoff und das durch die Kernreaktion hergestellte N-16, wenn Wasserstoff in das Reaktorwasser durch das bekannte Verfahren zur Verhinderung der Spannungskorrosions-Rissbildung injiziert wird, wobei flüchtiges Ammoniak hergestellt wird. Das so hergestellte flüchtige Ammoniak tritt leicht in das Dampfsystem ein, wobei die Dosisrate des Turbinensystems erhöht wird. Verschiedene Einrichtungen sind notwendig, um überschüssigen Wasserstoff in dem Abgassystem durch Rekombination zu reduzieren.

Wenn ein Edelmetall auf den Oberflächen der Bauteile durch ein Verfahren abgeschieden wird, bei dem das Edelmetall zu dem Reaktorwasser hinzugefügt wird, um das Korrosionspotential durch Injizieren einer geringen Menge Wasserstoff in das Reaktorwasser zu vermindern, haftet das Edelmetall auch an den Zirkoniumoxidfilmen, und die Oxidation und Hydrierung der Brennstoffmaterialien wird gefördert. Weiterhin wird die Qualität des Reaktorwassers verschlechtert, da eine Edelmetallchemikalie, enthaltend Verunreinigungen in einer hohen Konzentration, verwendet wird, was die Stabilität der Brennstoffmaterialien nachteilig beeinflusst.

In dem Speisewasser enthaltene Ionen haften in losen Teilchen an den Oberflächen der in dem Kernreaktor vorgesehenen Bauteile, wenn das Speisewasser eine hohe Eisenkonzentration aufweist. Wenn das an den Bauteilen haftende Edelmetall an diesen Teilchen haftet, haftet das Edelmetall an dem Brennelement, wenn sich die Teilchen von den Oberflächen der Bauteile trennen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung ist geschaffen worden, um die Probleme des Standes der Technik zu lösen, und es ist ein erfindungsgemässes Ziel, ein Reaktorbauteil und ein Verfahren zur Verminderung der Korrosion des Reaktorbauteils, bei dem die jeweiligen Mengen an Wasserstoff und Edelmetall, die in das Reaktorwasser injiziert werden, um Spannungskorrosions-Rissbildung zu verhindern, vermindert werden können, zur Verminderung des Transfers von Radioaktivität zu dem Turbinensystem, zur Verminderung von überschüssigem Wasserstoff in dem Abgassystem, zur Verminderung der Menge des Edelmetalls, das an der Oberfläche des

Brennelementmaterialien haftet, auf das geringst notwendige Mass, und zur Verminderung des Korrosionspotentials der Bauteile des Primärsystems eines Kernreaktors durch Unterdrücken der Herstellung von losen Eisenpartikeln auf der Oberfläche des Brennelements, ohne Förderung der Oxidation und Hydrierung des Brennstoffmaterials bereitzustellen.

Erfindungsgemäss weist ein Reaktorbauenteil eine Oberfläche auf, die mit einer Korrosionspotential-vermindernden Substanz versehen ist, wie z. B. einer fotokatalytischen Substanz, die eine elektromotorische Kraft generiert, wenn sie Licht oder radioaktiven Strahlen in einem Kernreaktor ausgesetzt ist, einem Metall oder einer Metallverbindung, die eine solche fotokatalytische Substanz unter einer durch eine Temperatur und einen Druck in dem Kernreaktor spezifizierten Bedingung bilden. Vorzugsweise wird die Korrosionspotential-vermindernde Substanz als ein Teilchen mit einer Oberfläche gebildet, die zumindest einen Vertreter von Pt, Rh, Ru und Pd aufweist.

Das Licht in dem Kernreaktor ist eine Strahlung, einschliesslich ultravioletter Strahlen als Hauptkomponente, die als Cherenkov-Strahlen bekannt sind, die durch die Kernspaltung eines Brennelementmaterials in einem wassergekühlten Kernreaktor hergestellt wird. Die radioaktiven Strahlen in einem Kernreaktor sind elektromagnetische Strahlen und Teilchenstrahlen, die durch die Kernspaltung des Brennelementmaterials generiert werden, wie z. B. α -Strahlen, β -Strahlen, γ -Strahlen und Neutronenstrahlen.

Die fotokatalytische Substanz ist eine Substanz mit einer Eigenschaft als ein n-Halbleiter, wie z. B. eine der Verbindungen von TiO_2 , ZrO_2 , PbO , BaTiO_3 , Bi_2O_3 , ZnO , WO_3 , SrTiO_3 , Fe_2O_3 , FeTiO_3 , KTAO_3 , MnTiO_3 und SnO_2 . Diese Verbindungen sind bei einer hohen Temperatur, einem hohen Druck und einer radioaktiven Umgebung sehr stabil, erhöhen die Wanderung der Radioaktivität zu dem Turbinensystem nicht wesentlich und fördern die Oxidation und Hydrierung des Brennstoffmaterials nicht signifikant. Das Korrosionspotential der Bauteile des Primärsystems eines Kernreaktors kann durch Anbringen einer dieser Verbindungen an die Bauteile des Kernreaktors oder durch Bilden eines Filmes der Verbindung auf der Oberfläche des Bauteils des Kernreaktors kontrolliert werden.

Vorzugsweise wird die Wasserqualität kontrolliert. Die Radioaktivität des Brennstoffmaterials und der aktivierten Verbindung ist gering.

Von diesen Verbindungen sind TiO_2 und ZrO_2 besonders bevorzugte fotokatalytische Substanzen.

Obwohl die Verbindungen in Form von Oxiden, wie oben erwähnt, verwendet werden können, die so wie sie sind fotokatalytische Substanzen sind, können Fotokatalysatorbildende Substanzen, die die zuvor erwähnten Verbindungen bei einer hohen Temperatur und hohen Druckbedingungen in dem Kernreaktor, konkreter in einer Umgebung von 285°C und 70 Atm, bilden, wie z. B. Metalle und Metallhydrate, verwendet werden. Genauer gesagt sind mögliche Metalle und Metallhydrate z. B. metallisches Ti, metallisches Zr, Ti-Hydrat und Zr-Hydrat.

Diese fotokatalytischen Substanzen oder Fotokatalysatorbildenden Substanzen werden anstelle des Edelmetalls, wie z. B. Pt, verwendet. Diese fotokatalytischen Substanzen und Fotokatalysatorbildenden Substanzen können als Teilchen mit Oberflächen verwendet werden, auf denen mindestens ein Vertreter von Pt, Rh, Ru und Pd teilweise angebracht ist.

Die fotokatalytische Substanz, die Fotokatalysatorbildende Substanz, die fotokatalytische Substanz in Kombination mit einem Edelmetall, wie z. B. Pt, oder die Fotokatalysatorbildende Substanz in Kombination mit einem Edelmetall, wie z. B. Pt, wird an der Oberfläche eines Bauteils eines

Kernreaktors angebracht. Ein Film der Substanz kann auf der Oberfläche eines Bauteils eines Kernreaktors gebildet werden.

Ein Verfahren zum sicheren Anbringen der Korrosionspotential-vermindernden Substanz, mit anderen Worten der fotokatalytischen Substanz, der Fotokatalysatorbildenden Substanz, der fotokatalytischen Substanz in Kombination mit einem Edelmetall oder der Fotokatalysatorbildenden Substanz in Kombination mit einem Edelmetall, an die Oberfläche eines Zielbauteils, das vor Korrosion zu schützen ist, führt die Korrosionspotential-vermindernde Substanz in dem Kühlwasser zu, während der Kernreaktor sich im Nennbetrieb, in einer Startphase oder in einer Abschaltphase befindet, während die mit dem Brennstoff beladene Anlage ohne Wärmeabgabe gestoppt wird oder während die Anlage nicht mit einem Brennstoff beladen ist, und zirkuliert das Kühlwasser, wobei die Oberfläche des Bauteils des Kernreaktors mit der Korrosionspotentialvermindernden Substanz beschichtet wird.

Die Korrosionspotential-vermindernde Substanz kann über die Oberfläche des Zielbauteils, um einen Film der Korrosionspotential-vermindernden Substanz in einer Dicke im Bereich von 0,1 bis $1\ \mu\text{m}$ zu bilden, unter Verwendung eines Roboters nach Entfernen des Brennstoffs von dem Kernreaktor und Dekontaminieren des Kernreaktors für die periodische Untersuchung gesprüht werden. Der Film der Korrosionspotential-vermindernden Substanz mit einer vorherbestimmten Dicke kann auf der Oberfläche des Bauteils durch ein Verfahren, bei dem eine Flüssigkeit, enthaltend eine Korrosionspotential-vermindernde Substanz, über die Oberfläche des Bauteils zu einem Film gesprüht wird und Trocknen des Filmes, durch ein thermisches Sprühverfahren, ein physikalisches Dampfabsciede (PVD)-Verfahren oder ein chemisches Dampfabsciede (CVD)-Verfahren gebildet werden.

Wenn die Korrosionspotential-vermindernde Substanz auf die Oberfläche eines Bauteils eines Kernreaktors nach Versehen derselben mit einer hydrophilen Eigenschaft aufgetragen wird, oder wenn eine Mischung, die durch Mischen der Korrosionspotential-vermindernden Substanz und eines Bindemittels hergestellt wird, auf die Oberfläche eines Bauteils eines Kernreaktors aufgetragen wird, kann die anfängliche Haftung der Korrosionspotentialbildenden Substanz an die Oberfläche des Bauteils verstärkt werden.

Wünschenswerterweise wird die Menge der auf das Bauteil aufgetragenen Korrosionspotential-vermindernden Substanz oder die Dicke eines auf der Oberfläche des Bauteils gebildeten Filmes der Korrosionspotential-vermindernden Substanz so gestaltet, dass die fotokatalytische Substanz einen Strom einer Stromdichte nicht unter der Summe der Grenzstromdichte von in dem Reaktorwasser enthaltenem Sauerstoff und Wasserstoffperoxid liefert.

Wenn ein auf der Oberfläche des Bauteils gebildeter Korrosionsoxidfilm eine einzelne Schicht eines p-Halbleiters ist, kann die Korrosionspotentialvermindernde Substanz auf den Korrosionsoxidfilm aufgetragen werden, oder ein Film der Korrosionspotentialvermindernden Substanz kann auf dem Korrosionsoxidfilm gebildet werden. Wenn ein Korrosionsoxidfilm aus einer äusseren Schicht mit der Eigenschaft eines n-Halbleiters, der von einer fotokatalytischen Substanz verschieden ist, und einer inneren Schicht mit der Eigenschaft eines p-Halbleiters besteht, ist es erwünscht, die Korrosionspotential-vermindernde Substanz auf den Korrosionsoxidfilm aufzutragen oder einen Film der Korrosionspotential-vermindernden Substanz auf dem Korrosionsoxidfilm nach Instabilisieren der äusseren Schicht des n-Halbleiters oder Entfernen der äusseren Schicht des n-Halbleiters zu bilden.

Die äussere Schicht des n-Halbleiters, der von der fotokatalytischen Substanz verschieden ist, kann durch ein Verfahren instabilisiert werden, bei dem die Wasserstoffkonzentration des Reaktorwassers erhöht wird. Die äussere Schicht des n-Halbleiters, der von der fotokatalytischen Substanz verschieden ist, kann durch ein chemisches Dekontaminierungsverfahren, ein elektrolytisches Dekontaminierungsverfahren oder ein Laser-Dekontaminierungsverfahren entfernt werden. Wenn die äussere Schicht des n-Halbleiters durch Einwirkung von Laserbestrahlung dekontaminiert wird, kann eine zur Verhinderung von IGSCC wirksame Kompressionsspannung in dem Bauteil des Kernreaktors durch die dekontaminierende und abschälende Wirkung eines Laserstrahls induziert werden.

Erfindungsgemäss ist es erwünscht, die Eisenkonzentration des Speisewassers durch Einbringen eines Kondensatreinigers in das Kondensationssystem des Kernreaktors, um die lose Abscheidung von Hämatit auf der Oberfläche des Brennstoffmaterials zu unterdrücken, zu kontrollieren. Ein geeigneter Kondensatreiniger schliesst eine Filtervorrichtung und eine Demineralisationsvorrichtung ein.

Erfindungsgemäss wird die Eisenkonzentration des Speisewassers auf etwa 0,1 ppb oder weniger eingestellt, um die Bildung von losem Hämatit auf dem Brennstoff zu verhindern, um ein Edelmetall wirksam auf der Oberfläche eines Bauteils des Primärsystems eines Kernreaktors aufzutragen und die Menge des an der Oberfläche des Brennstoffmaterials haftenden Edelmetalls auf die geringst notwendige Menge zu beschränken. Wenn die Eisenkonzentration des Speisewassers etwa 0,1 ppb oder weniger beträgt, beträgt die Nickelionenkonzentration mehr als 0,2 ppb. Unter dieser Bedingung kann die Menge des in den Kernreaktor zu injizierenden Edelmetalls 1/10 der des im Stand der Technik für den gleichen Zweck verwendeten Menge Edelmetalls sein. Die Eisenkonzentration des Speisewassers kann auf etwa 0,1 ppb oder weniger durch Verwenden des Kondensatreinigers, enthaltend die Filtervorrichtung und die Demineralisationsvorrichtung, vermindert werden.

Es ist erwünscht, dass, während die Anfangskonzentration des Speisewassers so kontrolliert wird, ein oder mehrere Vertreter von Pt, Rh, Ru oder Pd an der Oberfläche des Bauteils eines Kernreaktors mit einem Korrosionsoxidfilm in einem Gewicht pro Flächeneinheit von $0,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ oder mehr haftet und die Wasserqualität so kontrolliert wird, dass das molare Sauerstoff/Wasserstoff-Verhältnis des Reaktorwassers im Bereich von 0,4 bis 0,5 liegt.

Das Potential des Bauteils kann durch ein Verfahren vermindert werden, bei dem die Wasserstoffkonzentration des Wassers erhöht wird. Die Wasserstoffkonzentration des Wassers kann durch Injizieren von Wasserstoff in den Kernreaktor oder durch Injizieren von Methanol, aus dem Wasserstoff hergestellt wird, in den Kernreaktor erhöht werden. Um den Katalysator zu stabilisieren und die Wirkung des Katalysators beizubehalten, ist es erwünscht, die Eisenkonzentration des Speisewassers auf 0,1 ppb oder weniger zu beschränken.

Die Eisenkonzentration des Speisewassers kann auf 1 ppb oder weniger durch Verwenden des Kondensatreinigers, enthaltend die Filtervorrichtung und die Demineralisationsvorrichtung, vermindert werden. Die Leistung der Filtervorrichtung ist wichtig. Ein Hohlfaserfilter genügt den Filteranforderungen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die obigen und andere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den begleitenden Zeichnungen klar wer-

den.

Fig. 1 ist eine Grafik, die die Veränderung des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem TiO_2 -Film beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) mit der Zeit bei Belichtung mit ultravioletten Strahlen zeigt;

Fig. 2 ist eine typische Darstellung zur Erklärung einer Reaktion, die auftritt, wenn ein mit einem n-Halbleiterfilm beschichtetes Metall mit Lichtstrahlen, z. B. ultravioletten Strahlen, belichtet wird;

Fig. 3 ist eine Grafik, die die Veränderung des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem TiO_2 -Film beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen mit der Zeit für die in einen Kernreaktor injizierte Menge Wasserstoff zeigt;

Fig. 4 ist ein Diagramm einer Siedewasserreaktor-Kernanlage;

Fig. 5 ist eine typische Darstellung zur Erklärung eines Verfahrens zum Bilden eines Filmes auf der Oberfläche eines Metalls durch eine Plasmasprühvorrichtung;

Fig. 6 ist eine Grafik, die die Veränderung des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem Halbleiterfilm beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) zeigt, wenn das Bauteil ultravioletten Strahlen ausgesetzt wird;

Fig. 7 ist eine Grafik, die die Veränderung des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem Oxidfilm beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen zeigt;

Fig. 8 ist eine Grafik, die die Abhängigkeit des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem TiO_2 -Film beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) von der Dicke des TiO_2 -Filmes zeigt;

Fig. 9 ist eine Darstellung zur Erläuterung der Wirkung einer geringen Menge von Pt, die an einem auf einer Oberfläche eines Bauteils aus rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) gebildeten TiO_2 -Film haftet, auf die Verminderung des Korrosionspotentials, wenn das Bauteil ultravioletten Strahlen ausgesetzt wird;

Fig. 10 ist eine Darstellung zur Erläuterung der Wirkung von als Bindemittel verwendetem SiO_2 bei der Bildung eines TiO_2 -Filmes auf einem Bauteil auf das Korrosionspotential;

Fig. 11 ist eine typische Darstellung zur Erklärung der Wanderung von überschüssigen Elektronen vom n-Halbleiter zu einer Metallunterlage durch die Cherenkov-Strahlen;

Fig. 12 ist eine Grafik, die die Veränderung des Korrosionspotentials eines Teils aus mit einem Cr_2O_3 -Film eines p-Halbleiterfilmes beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS), das einen auf dem Cr_2O_3 -Film gebildeten TiO_2 -Film aufweist, und die eines Bauteils aus mit einem Fe_2O_3 -Film eines n-Halbleiterfilmes beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS), das einen auf dem Fe_2O_3 -Film gebildeten TiO_2 -Film aufweist, mit der Zeit bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen zeigt;

Fig. 13 ist eine typische Darstellung zur Erklärung des Unterschiedes in der Reaktion zwischen einem Bauteil aus mit einem Cr_2O_3 -Film eines p-Halbleiterfilmes beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS), das einen auf dem Cr_2O_3 -Film gebildeten TiO_2 -Film aufweist, und der eines Teils aus mit einem Fe_2O_3 -Film eines n-Halbleiterfilmes beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS), das einen auf dem Fe_2O_3 -Film gebildeten TiO_2 -Film aufweist, bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen;

Fig. 14A und 14B sind typische Darstellung zur Erläuterung eines Verfahrens zur Bildung eines Fotokatalysatorfilmes auf einem Bauteil mit einer Metallunterlage, einem auf der Metallunterlage gebildeten p-Halbleiterfilm, und einem n-Halbleiterfilm, der kein Fotokatalysatorfilm ist, der auf dem p-Halbleiterfilm nach dem Entfernen des n-Halbleiter-

filmes gebildet wird;

Fig. 15 ist eine typische Darstellung zur Erklärung eines Grundes, warum es erwünscht ist, wenn ein Bauteil eines Metallunterlage aufweist, ein p-Halbleiterfilm auf der Metallgrundlage gebildet wird, und ein n-Halbleiterfilm, der kein Fotokatalysatorfilm ist, auf dem p-Halbleiterfilm gebildet ist, den n-Halbleiterfilm, der kein fotokatalytischer Film ist, zu entfernen, und einen n-Halbleiterfilm, der ein Fotokatalysatorfilm ist, auf dem p-Halbleiterfilm zu bilden;

Fig. 16 ist eine typische Darstellung zur Erklärung, eines Verfahrens zur Bildung eines p-Halbleiterfilmes auf der Metallunterlage durch eine chemische Reaktion nach Entfernen des n-Halbleiterfilmes durch chemische Dekontaminierung oder elektrolytische Dekontaminierung, wenn ein Bauteil eine Metallunterlage und einen n-Halbleiterfilm aufweist, der kein Fotokatalysatorfilm ist;

Fig. 17 ist eine Grafik, die die Beziehung zwischen der Menge des an einer Oberfläche eines Bauteils eines Kernreaktors haftenden Edelmetalls, dem Korrosionspotential und der Eisenkonzentration des Reaktorwassers zeigt;

Fig. 18 ist ein Diagramm einer Siedewasserreaktor-Kernanlage mit einem Speisewasserreiniger;

Fig. 19 ist ein Diagramm einer Siedewasserreaktor-Kernanlage mit einem Wasserstoff/Alkohol-Injektionssystem; und

Fig. 20 ist ein Diagramm einer Siedewasserreaktor-Kernanlage.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Im allgemeinen beträgt die Eisenkonzentration von Speisewasser in Siedewasserreaktor-Energieanlagen in Japan mehrere Hundert Teile pro Billion (parts per trillion, ppt) oder mehr, und in Siedewasserreaktor-Energieanlagen in Amerika 1.000 ppt oder mehr. Daher beträgt die Menge eines Edelmetalls pro Flächeneinheit, die notwendig ist, um das Potential der Bauteile des Primärsystems eines Kernreaktors stabil zu kontrollieren, mehrere Mikrogramm pro Quadratzentimeter oder mehr und folglich benötigt ein Siedewasserreaktor mehrere Kilogramm eines Edelmetalls.

Wenn Teilchen von Korrosionsprodukten sich nicht aus dem Reaktorwasser auf den Oberflächen der Bauteile des Primärsystems abscheiden, liegt die notwendige Menge an Edelmetall pro Flächeneinheit in der Grössenordnung von $0,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, und daher benötigt ein Siedewasserreaktor 100 g oder weniger eines Edelmetalls. Daher kann die Menge des Edelmetalls, das an dem Brennelement haftet, auf 1 : 10 der notwendigen Menge des Edelmetalls, wenn sich Teilchen von Korrosionsprodukten auf den Oberflächen der Bauteile des Primärsystems abscheiden, vermindert werden, und die Oxidation und Hydrierung des Brennelementmaterials kann verhindert werden. Da die Konzentration der Edelmetallchemikalie auf 1/10 der Konzentration, die notwendig ist, wenn Teilchen von Korrosionsprodukten sich auf den Oberflächen der Bauteile des Primärsystems abscheiden, verhindert werden kann, kann die Verschlechterung der Wasserqualität und der Transfer von N-16 zu dem Turbinensystem unterdrückt werden.

Die Verminderung der Eisenkonzentration des Speisewassers bringt die Wirkungen des Stabilisierens der Haftung des Edelmetalls an der Oberfläche des Bauteils und des Beibehaltens der Wirkung des Edelmetalls mit sich. Solche Wirkungen können entsprechend erreicht werden, wenn ein Fotokatalysator verwendet wird.

Die Wirkung der erfindungsgemäss verwendeten fotokatalytischen Substanz, wie z. B. TiO_2 oder ZrO_2 , ist die gleiche wie die des Edelmetalls, das Stoppen der Wasserstoffin-

jektion und die Verminderung der Menge an in den Kernreaktor zu injizierendem Wasserstoff.

Es wird befürchtet, das ein Edelmetall, wie z. B. Pt, das an einem Teil der Oberfläche der fotokatalytischen Substanz haftet, wobei die Wirkung der fotokatalytischen Substanz, wie z. B. TiO_2 , verstärkt wird, an der Oberfläche des Brennelementmaterials haftet und die Oxidation und Hydrierung des Brennelementmaterials beeinträchtigt.

Jedoch beträgt die Menge des an der Oberfläche der fotokatalytischen Substanz haftenden Edelmetalls 1/10 oder weniger der notwendigen Menge des Edelmetalls, wenn das Edelmetall direkt an dem ZrO_2 -Film des Brennelementmaterials haftet. Daher ist der Einfluss des Edelmetalls auf das Brennelementmaterial praktisch vernachlässigbar.

Geschweisste Legierungen auf Nickelbasis, für die Korrosion ein signifikantes Problem ist, befinden sich in dem Bodenbereich eines Reaktorgefässes einer Siedewasserreaktor-Anlage. Die Wassertiefe zu dem Bodenbereich beträgt maximal 5,3 m. Da etwa 10% der in den Cherenkov-Strahlen enthaltenen ultravioletten Strahlen den Bodenbereich erreichen, erreicht eine ausreichende Menge an Photonen, die für die Anregung des Fotokatalysators notwendig sind, das Reaktorbauteil, das dem Reaktorkern gegenüberliegt.

Ein TiO_2 -Fotokatalysator, mit anderen Worten ein n-Halbleiter, weist ähnliche elektrochemische Eigenschaften wie ZrO_2 auf. Es ist bekannt, dass der TiO_2 -Katalysator seine fotokatalytische Wirkung ausnutzt, um die anodische Reaktion zu fördern, und sein Korrosionspotential fällt. Es ist bekannt, dass das Korrosionspotential von einem Cr_2O_3 -Film und einem NiO-Film, mit anderen Worten Korrosionsoxidfilmen, die auf der Oberfläche der geschweissten Legierung auf Nickelbasis gebildet werden, sich erhöht, wenn dieselben p-Halbleiter sind.

Um das Potential des Bauteils für die IGSCC-Korrosionsunterdrückung zu erniedrigen, wird ein TiO_2 -Fotokatalysator, der ein n-Halbleiter ist, auf der auf der Oberfläche der geschmolzenen Legierung auf Nickelbasis gebildeten Korrosionsoxidschicht aufgetragen, um den Korrosionsoxidschichtfilm, der ein p-Halbleiter ist, von den Cherenkov-Strahlen abzuschirmen, um die Potentialerhöhung zu unterdrücken, und das Potential der Legierung auf Nickelbasis kann durch die Wirkung der Verminderung des Korrosionspotentials des TiO_2 -Fotokatalysators erniedrigt werden.

Der TiO_2 -Fotokatalysator weist eine hohe fotokatalytische Wirkung auf einer Legierung auf Fe-Basis auf, auf die ein Fe_2O_3 -Film, der ein n-Halbleiterfilm ist, als äussere Schicht gebildet wird, wie z. B. ein rostfreier Stahl. Daher kann das Korrosionspotential durch selektive Verwendung einer geeigneten fotokatalytischen Substanz erniedrigt werden.

Wenn eine Legierung auf Fe-Basis, auf der eine innere Schicht eines p-Halbleiters und eine äussere Schicht eines n-Halbleiters gebildet werden, wie z. B. rostfreier Stahl, verwendet wird, wird der die äussere Schicht bildende n-Halbleiter eines Oxids instabil gemacht, um den p-Halbleiter eines Oxids einer Kontaktgrenzfläche, durch Erhöhung der Wasserstoffkonzentration des Reaktorwassers auszusetzen, oder der die äussere Schicht bildende n-Halbleiter eines Oxids kann durch Dekontaminierung entfernt werden. Das Korrosionspotential des Bauteils kann weiter durch In-Kontakt-Bringen des p-Halbleiters eines Oxids und eines n-Halbleiters, wie z. B. TiO_2 , mit anderen Worten einer wirkungsvollen fotokatalytischen Substanz, erniedrigt werden.

Wenn die Intensität eines Laserstrahls in Wasser erhöht wird, um den Oxidfilm zu entfernen, kann eine Kompressionsspannung, die zur Verhinderung von IGSCC wirksam ist, in dem Bauteil des Kernreaktors durch die abschälende Wirkung des Laserstrahls induziert werden.

Wenn es notwendig ist, IGSCC durch Erniedrigen des Korrosionspotentials der Legierungsbauteile auf Fe-Basis und Ni-Basis durch Verwendung einer fotokatalytischen Substanz, wie z. B. TiO_2 , zu unterdrücken, wird die Wirkung der fotokatalytischen Substanz weiter durch Erhöhen der Wasserstoffkonzentration des Reaktorwassers verstärkt, weil gelöster Sauerstoff aktiver bezüglich der Aufnahme von Elektronen ist als Wasserstoffionen. Daher ist es wirkungsvoll, gelösten Sauerstoff durch Erhöhung der Wasserstoffkonzentration des Reaktorwassers zu reduzieren. Es ist erwünscht, eine molare Menge von Sauerstoff, entsprechend 1/2 der in ein System nach dem Dampfsystem zu injizierenden molaren Menge Wasserstoff zu injizieren, um eine Wechselwirkung zwischen Sauerstoff und überschüssigem Wasserstoff herbeizuführen.

Unter Bedingungen, die die Wasserqualitätskontrolle in einer praktischen Anlage simulieren, wurde gefunden, dass das Korrosionspotential auf -230 mV gegenüber SHE wirksam zur Unterdrückung von IGSCC durch Verwendung von Speisewasser mit einer Wasserstoffkonzentration im Bereich von 0,2 bis 0,4 ppm erniedrigt werden konnte, wenn TiO_2 in Kombination mit Pt und TiO_2 als ein Fotokatalysator auf einen Teil der Oberfläche einer geschweissten Legierung auf Nickelbasis in einem 1 μm dicken Film aufgetragen werden. Wenn die Wasserstoffkonzentration in diesem Bereich liegt, steigt die Wanderung der Radioaktivität zu dem Turbinensystem nicht an.

Wenn die fotokatalytische Substanz auf ein Bauteil aufgetragen wird, dessen Korrosion unterdrückt werden muss, ist es wichtig, die Haftung der fotokatalytischen Substanz an dem Brennelementmaterial zu verhindern, die Dicke des Filmes der fotokatalytischen Substanz zu kontrollieren und thermischen Einfluss auf das Bauteil auf das geringste Mass zu unterdrücken.

Eine fotokatalytische Substanz oder eine Fotokatalysatorbildende Substanz kann auf ein Bauteil, dessen Korrosion unterdrückt werden muss, durch Zirkulieren von Kühlwasser aufgetragen werden, während die mit dem Brennelement beladene Anlage ohne Bereitstellung von Wärmeabgabe gestoppt wird oder während das Brennelement herausgenommen und in Kühlwasser eingetaucht wird. Die fotokatalytische Substanz oder die Fotokatalysatorbildende Substanz kann über die Oberfläche eines Zielbauteils unter Verwendung eines Roboters nach Entfernen des Brennelements aus dem Kernreaktor und Dekontaminieren des Kernreaktors für die periodische Prüfung gesprüht werden.

Ein Film der fotokatalytischen Substanz oder der Fotokatalysatorbildenden Substanz mit einer vorbestimmten Dicke kann auf der Oberfläche des Bauteils durch ein Verfahren, bei dem eine Flüssigkeit, enthaltend die gleiche Substanz, über die Oberfläche des Bauteils zu einem Film gesprüht und der Film getrocknet wird, durch ein thermisches Sprühverfahren, ein PVD-Verfahren oder ein CVD-Verfahren gebildet werden.

Wenn eine fotokatalytische Substanz, wie z. B. TiO_2 , auf die Oberfläche eines Bauteils nach Ausstatten desselben mit einer hydrophilen Eigenschaft aufgetragen wird oder wenn eine Mischung, die durch Mischen der fotokatalytischen Substanz und eines Bindemittels, wie z. B. SiO_2 , hergestellt wird, auf die Oberfläche eines Bauteils aufgetragen wird, kann die anfängliche Haftung der fotokatalytischen Substanz an die Oberfläche des Bauteils verstärkt werden.

Ein TiO_2 -Film einer Dicke im Teilbereich von 0,1 bis 1 μm kann Cherenkov-Strahlen vollständig absorbieren und weist eine ausreichende mechanische Stärke auf.

Fig. 1 ist eine Grafik, die die Veränderung des Korrosionspotentials eines erwärmten Teils eines Bauteils aus mit einem durch thermisches Sprühen mit einem TiO_2 -Film be-

schichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) mit der Zeit bei Bestrahlung des erwärmten Teils mit ultravioletten Strahlen zeigt. In Fig. 1 sind sowohl die Veränderung des Korrosionspotentials der mit dem TiO_2 beschichteten erwärmten Zone als auch die eines nicht mit einem Film beschichteten Teils gezeigt. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, sinkt das Korrosionspotential der mit dem TiO_2 -Film beschichteten erwärmten Zone, wenn die erwärmte Zone mit ultravioletten Strahlen bestrahlt wird. Das Korrosionspotential der Zone, die nicht mit einem TiO_2 -Film beschichtet ist, sinkt nicht bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen. Somit ist es bekannt, dass der durch thermisches Sprühen gebildete TiO_2 -Film zu einer Verringerung des Korrosionspotentials führt.

Fig. 2 ist eine typische Darstellung zur Erklärung einer Reaktion, die auftritt, wenn eine Metallunterlage (2) aus rostfreiem Stahl oder Inconel, beschichtet mit einem n-Halbleiterfilm (1), mit Lichtstrahlen, wie z. B. ultravioletten Strahlen, belichtet wird. Wie in Fig. 2 gezeigt, weist der n-Halbleiterfilm (1) lokal nicht gebundene, überschüssige Elektronen (3) auf. Wenn der n-Halbleiterfilm (1) mit wirksamen Lichtstrahlen (4), wie z. B. ultravioletten Strahlen, bestrahlt wird, dann wird der n-Halbleiter, der den n-Halbleiterfilm (1) bildet, angeregt. Folglich können sich Elektronen leicht bewegen, von dem n-Halbleiterfilm (1) zu der Metallunterlage (2) wandern und werden so verstreut. Diese Reaktion erleichtert den Anodenstromfluss, so dass das Korrosionspotential sinkt.

Fig. 3 ist eine Grafik, die die Veränderung des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem TiO_2 -Film beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen durch die in das Reaktorwasser injizierte Menge Wasserstoff zeigt. Das Korrosionspotential des Bauteils aus SUS304 sinkt, wenn das Bauteil mit ultravioletten Strahlen unter einer Bedingung bestrahlt wird, bei der Wasserstoff nicht in das Reaktorwasser injiziert wird. Wenn das Bauteil mit ultraviolettem Licht jedoch unter einer Bedingung bestrahlt wird, bei der Wasserstoff in das Reaktorwasser injiziert wird, verringert sich das Korrosionspotential des Bauteils aus SUS304 wirksamer.

Fig. 4 ist ein Diagramm einer Siedewasserreaktor-Kernanlage, enthaltend einen Druckbehälter (5), eine Speisewasserleitung (6), ein Reinigungssystem (7) und eine Rezirkulationsleitung (8). Eine Rezirkulationsleitung (9) wird mit der Rezirkulationsleitung (8) verbunden, und eine Speisewasserleitung-Injektionsleitung (10) wird mit der Speisewasserleitung (6) verbunden. Eine Korrosionspotential-Messvorrichtung (11) wird installiert. Eine Halbleiterzusammensetzung kann in das Reaktorwasser injiziert werden.

Das Reaktorwasser wird durch die Rezirkulationsleitung (8) zu der Korrosionspotential-Messvorrichtung (11) zugeführt. Die Korrosionspotential-Messvorrichtung (11) misst das Korrosionspotential in dem Hochtemperaturreaktorwasser. Wenn ein p-Halbleiter auf ein Reaktorbauteil aufgebracht wird, betreiben die Injektionsleitungen (9) und (10) zur Injektion einer Halbleiterzusammensetzung in das Reaktorwasser die Injektionen der Halbleiterzusammensetzung in das Reaktorwasser. Die Halbleiterzusammensetzung kann in das Reaktorwasser injiziert werden, während der Kernreaktor in normalem Betrieb ist, während der Kernreaktor gestoppt ist oder während der Kernreaktor in einer Anlaufphase ist, vorausgesetzt, dass ein Zielteil des Reaktorbauteils, das der Korrosionspotentialverminderung unterworfen werden soll, dem Reaktorwasser ausgesetzt ist. Die Beziehung zwischen Injektionszeit, Temperatur und Konzentration kann zuvor durch Experimente bestimmt werden, und die Beziehung kann für die Kontrolle eines Halbleiterzusammensetzung-Injektionsbetriebes verwendet werden.

oder der Halbleiterzusammensetzung-Injektionsbetrieb kann durch Überwachen des Verfahrens des Halbleiterzusammensetzung-Injektionsbetriebes durch die Korrosionspotential-Messvorrichtung überwacht werden und die Halbleiterzusammensetzung kann in das Reaktorwasser zur Bestätigung der Verminderung des Korrosionspotentials injiziert werden.

Obwohl die Halbleiterzusammensetzung in das Reaktorwasser durch das Rezirkulationssystem in dieser Ausführungsform injiziert wird, kann die Halbleiterzusammensetzung in das Reaktorwasser durch jedes mit dem Kernreaktor verbundene Teil, wie z. B. einem Speisewassersystem, einem System zur Entfernung der Restwärme, einem Wärme-Reaktor-Reinigungssystem, einer Probenleitung oder dergleichen injiziert werden. Die Halbleiterzusammensetzung kann in den Kernreaktor durch ein Verfahren eingeführt werden, bei dem ein gesinterter Halbleiterzusammensetzung-Presskörper bereitgestellt wird, der die Halbleiterzusammensetzung bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht in das Reaktorwasser entläßt.

Fig. 5 ist eine typische Darstellung zur Erklärung eines Verfahrens zur Bildung eines Filmes auf der Oberfläche einer Metallunterlage durch eine Plasmasprühvorrichtung. Ein Gleichstrombogen (14) wird zwischen einer Kathode (12) und einer Anodendüse (13) gebildet. Ein Ausflusssgas (15), das von hinter der Kathode (12) zugeführt wird, wird erhitzt und durch den Gleichstrombogen (14) expandiert, und ein Plasmastrahl (16) wird durch die Anodendüse (13) ausgestossen. Das Pulver (17) eines thermischen Sprühmaterials wird durch ein Gas in den Plasmastrahl (16) getragen. Das Pulver (17) des thermischen Sprühmaterials wird erhitzt, durch den Plasmastrahl (16) beschleunigt und trifft auf eine Oberfläche einer Metallunterlage (2), wobei ein Fotokatalysatorfilm (18) auf der Oberfläche der Metallunterlage (2) gebildet wird.

Fig. 6 ist eine Grafik, die die Veränderung des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem Halbleiterfilm beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) bei Bestrahlung des Bauteils mit ultravioletten Strahlen zeigt. Ein durch die fotoelektrochemische Reaktion eines Halbleiters generierter Anodenstrom muss höher sein als eine Kathodengrenzstromdichte, mit anderen Worten der Dichte eines durch die oxidierenden Komponenten, wie z. B. Sauerstoff und Wasserstoffperoxid, generierten Kathodenstroms, des Reaktorwassers, um das Korrosionspotential zu vermindern. Der durch die fotoelektrochemische Reaktion des Halbleiters generierte Anodenstrom hängt von der Lichtintensität und der Massenabscheidung pro Flächeneinheit der Halbleiterzusammensetzung ab. Der Kathodenstrom hängt von der Konzentration der oxidierenden Materialien, wie z. B. Sauerstoff und Wasserstoffperoxid, ab, die in dem Reaktorwasser enthalten sind. Zum Beispiel wird geschätzt, dass die Sauerstoffkonzentration und die Wasserstoffperoxidkonzentration in dem Bodenteil des Kernreaktors 200 ppb betragen. Eine Grenzstromdichte des Kathodenstroms, der aus den oxidierenden Substanzen resultiert, berechnet unter Berücksichtigung der Menge der oxidierenden Substanzen und der Flussbedingungen im Bodenteil des Kernreaktors, beträgt etwa 18 A/m^2 . Um das Korrosionspotential zu vermindern, muss der Anodenstrom höher sein als etwa 18 A/m^2 . Wenn ein Strom von 18 A/m^2 oder höher durch die fotoelektrochemische Reaktion generiert wird, sinkt das Korrosionspotential.

Fig. 7 ist eine Grafik, die die Veränderung des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem Oxidfilm, enthaltend eine Halbleiterzusammensetzung, beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) mit der Zeit bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen zeigt. Der Oxidfilm nimmt die Halb-

leiterzusammensetzung beim Wachsen auf der Oberfläche des Bauteils auf.

In diesem Verfahren wird anstelle eines direkten Auftragens einer Halbleiterzusammensetzung auf ein Bauteil eines Kernreaktors eine Halbleiterzusammensetzung im Reaktorwasser gelöst oder suspendiert und das Reaktorwasser wird über einen bestimmten Zeitraum so gelassen, wobei die Halbleiterzusammensetzung an der Oberfläche des Bauteils haftet.

Teststücke für die Messung von Daten, die in Fig. 7 gezeigt sind, wurden durch Eintauchen von Stücken aus rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) in eine Hochtemperatur-Titanoxidlösung, wobei ein TiO_2 -Film auf den Oberflächen der Stücke gebildet wurde, hergestellt. Wie aus Fig. 7 ersichtlich, sinkt das Korrosionspotential der Teststücke bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen, und die Verminderung des Korrosionspotentials steigt mit der Eintauchzeit.

Fig. 8 ist eine Grafik, die die Abhängigkeit des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem TiO_2 -Film beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) von der Dicke des TiO_2 -Filmes zeigt. Das Korrosionspotential beginnt zu sinken, wenn die Dicke des TiO_2 -Filmes sich auf $0,1 \mu\text{m}$ erhöht, und die Kurve, die die Veränderung des Korrosionspotentials mit der Dicke des TiO_2 -Filmes anzeigt, flacht ab, nachdem die Dicke auf über $1 \mu\text{m}$ erhöht wird. Daher liegt die wirksame Dicke des TiO_2 -Filmes im Bereich von $0,1$ bis $1 \mu\text{m}$. Selbstverständlich vermindert der TiO_2 -Film einer Dicke von nicht unter $1 \mu\text{m}$ den Korrosionswiderstand wirksam.

Fig. 9 ist eine Hilfsgrafik zur Erklärung der Wirkung von Pt, das in einer Masse pro Flächeneinheit von $0,1 \mu\text{g/cm}^2$ an einem auf einer Oberfläche eines Bauteils aus rostfreiem Stahl (SUS304, JIS) gebildeten TiO_2 -Filmes haftet, auf die Verminderung des Korrosionspotentials bei Bestrahlung des Bauteils mit ultraviolettem Licht. Wie aus Fig. 9 ersichtlich, ist zu dem TiO_2 -Film hinzugegebenes Pt wirksam bei der Erhöhung der Verminderung des Korrosionspotentials. Die in Fig. 9 gezeigten Daten beweisen, dass die Zugabe von Pt zu dem TiO_2 -Film die Korrosionspotential-vermindernde Wirksamkeit des TiO_2 -Filmes verstärkt.

Fig. 10 ist eine Darstellung zur Erklärung der Wirkung von als Bindemittel verwendetem SiO_2 bei der Bildung eines TiO_2 -Filmes auf einem Bauteil auf das Korrosionspotential. Wenn ein Bindemittel nicht verwendet wird, sinkt die Masse pro Flächeneinheit des TiO_2 -Filmes mit der Zeit und folglich steigt das Korrosionspotential mit der Zeit. Wenn ein Bindemittel verwendet wird, steigt die Haftung des TiO_2 -Filmes zu der Oberfläche des Bauteils, und das Korrosionspotential wird auf einem niedrigen Niveau gehalten. Es ist aus Fig. 10 bekannt, dass die Zugabe eines Bindemittels zu dem Katalysator für die Beibehaltung der Korrosionspotential-vermindernden Fähigkeit wirkungsvoll ist.

Fig. 11 ist eine typische Ansicht, die die Wanderung von überschüssigen Elektronen (3) von einem n-Halbleiter (1) zu einer Metallunterlage (2) zeigt, die durch Cherenkov-Strahlen bewirkt wird. Viele geladene Teilchen (19) fliegen in einem Kernreaktor umher. Es ist im allgemeinen bekannt, dass Lichtstrahlen (4), die Cherenkov-Strahlung genannt werden, produziert werden, wenn die geladenen Teilchen abgebremst werden. Cherenkov-Strahlung weist Wellenlängen in einem weiten Wellenlängenbereich aufgrund der Energieunterschiede zwischen den abgebremsten geladenen Teilchen auf. Cherenkov-Strahlung enthält Strahlen mit Wellenlängen im ultravioletten Bereich. Daher wird in Betracht gezogen, dass Cherenkov-Strahlung Fotokatalysatoren anregen kann.

Fig. 12 zeigt die Veränderung des Korrosionspotentials eines Bauteils aus mit einem Cr_2O_3 -Film eines p-Halbleiter-

filmes beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS), wobei auf dem Cr_2O_3 -Film ein TiO_2 -Film gebildet wurde, und die eines Bauteils aus mit einem Fe_2O_3 -Film eines n-Halbleiters beschichteten rostfreiem Stahl (SUS304, JIS), wobei auf dem Fe_2O_3 -Film ein TiO_2 -Film gebildet wurde, bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen mit der Zeit. Die jeweiligen Korrosionspotentiale beider Bauteile werden bei Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen vermindert, wodurch die Wirkung des TiO_2 -Filmes auf die Verminderung des Korrosionspotentials verifiziert wird. Die Korrosionspotentialvermindernde Wirkung der Kombination des TiO_2 -Filmes und des p-Halbleiterfilmes ist grösser als die der Kombination des TiO_2 -Filmes und des n-Halbleiterfilmes. Fig. 13 ist eine typische Darstellung zur Erklärung des Prinzips eines in Fig. 12 veranschaulichten Phänomens. Während ein n-Halbleiterfilm (1) lokal überschüssige Elektronen (3) aufweist, weist ein p-Halbleiterfilm (21) lokal nicht-gefüllte Bindungen (20) auf. Die überschüssigen Elektronen (3) des n-Halbleiterfilmes (1), die durch Lichtstrahlen (4) angeregt werden, wandern leicht in die nicht-gefüllten Bindungen (20) des p-Halbleiterfilmes (21), der an den n-Halbleiterfilm (1) angrenzt. Die Leichtigkeit der Wanderung der Elektronen (3) in den p-Halbleiterfilm (21) ist grösser als die der Elektronen in die Metallunterlage (2), in der Elektronen geordnet angeordnet sind. So wird die Leichtigkeit des Flusses des Anodenstromes durch Bilden eines p-Halbleiterfilmes auf einem n-Halbleiterfilm gefördert und die Verminderung des Korrosionspotentials durch die Bildung des TiO_2 -Filmes auf dem p-Halbleiterfilm ist grösser als bei der Bildung des TiO_2 -Filmes direkt auf der Metallunterlage (2).

Die Fig. 14A und 14B sind typische Darstellungen zur Erklärung eines Verfahrens zur Bildung eines n-Halbleiterfilmes (1), mit anderen Worten einem Fotokatalysatorfilm, auf einem Bauteil mit einer Metallunterlage (2), einem p-Halbleiterfilm (21), der auf der Metallunterlage (2) gebildet wurde, und eines n-Halbleiterfilmes (22), der kein Fotokatalysatorfilm ist, der auf dem p-Halbleiterfilm gebildet wurde, nach Entfernung des n-Halbleiterfilmes (22). Diese Anordnung des p-Halbleiterfilmes und des n-Halbleiterfilmes (1), mit anderen Worten eines katalytischen Filmes, verstärkt die Korrosionspotentialvermindernde Wirkung. Nur der n-Halbleiterfilm (22), der kein Fotokatalysatorfilm ist, kann durch ein Verfahren entfernt werden, bei dem der n-Halbleiterfilm (22) durch Injizieren einer grossen Menge Wasserstoff in das Reaktorwasser (23) instabil gemacht wird, wobei gelöster Sauerstoff reduziert wird. Nur der n-Halbleiterfilm (22), der kein Fotokatalysatorfilm ist, kann durch ein Dekontaminierungsverfahren entfernt werden. Diese Korrosionspotentialvermindernde Wirkung des n-Halbleiterfilmes (1), mit anderen Worten des Fotokatalysatorfilmes, wird verstärkt, wenn derselbe auf dem p-Halbleiterfilm (21) nach Entfernen des n-Halbleiterfilmes (22) gebildet wird.

Fig. 15 ist eine typische Darstellung zur Erklärung eines Grundes, warum es erwünscht ist, den n-Halbleiterfilm (22), der kein Fotokatalysatorfilm ist, der auf dem p-Halbleiterfilm (21) gebildet wurde, wie in den Fig. 14A und 14B gezeigt, zu entfernen. Wenn der n-Halbleiterfilm (1), der ein Fotokatalysatorfilm ist, auf dem n-Halbleiterfilm (22), der kein Fotokatalysatorfilm ist, gebildet wird, müssen überschüssige Elektronen (3), die durch Lichtstrahlen (4) angeregt werden, in dem n-Halbleiterfilm (22) mit vielen überschüssigen Elektronen (3) verstreut werden. Die Leichtigkeit der Aufnahme überschüssiger Elektronen durch den n-Halbleiterfilm (22) ist nicht nur gegenüber dem p-Halbleiterfilm, sondern auch gegenüber der Metallunterlage (2) geringer. Die Wirkung des Fotokatalysatorfilmes wird stark vermindert, wenn der n-Halbleiterfilm (22) unter dem Katalysatorfilm vorliegt.

Fig. 16 ist eine typische Darstellung zur Erklärung eines Verfahrens der Bildung eines p-Halbleiterfilmes (21) auf der Metallunterlage (2), wenn ein Bauteil eine Metallunterlage (2) und einen n-Halbleiterfilm (22) aufweist. Wenn der n-Halbleiterfilm (22) durch chemische oder elektrolytische Dekontaminierung entfernt wird, wächst der p-Halbleiterfilm (21) auf der Metallunterlage (2) durch eine chemische Reaktion. Wenn der n-Halbleiterfilm (22) durch Laserdekontaminierung entfernt wird, kann nur Cr selektiv durch Verwendung von Laserlicht einer geeigneten Wellenlänge unverändert belassen werden. Da ein Chromoxid einen p-Halbleiter bildet, verbleibt nur der p-Halbleiterfilm (21) auf der Oberfläche der Metallunterlage (2). Ein n-Halbleiterfilm, mit anderen Worten ein Katalysatorfilm, wird auf dem p-Halbleiterfilm (21) gebildet. Der n-Halbleiterfilm über dem p-Halbleiterfilm (21) zeigt eine hohe Korrosionspotentialvermindernde Wirkung.

Fig. 17 ist eine Grafik, die die Beziehung zwischen der Menge eines an der Oberfläche eines Bauteils eines Kernreaktors angebrachten Edelmetalls, dem Korrosionspotential und der Eisenkonzentration des Reaktorwassers zeigt. Wie aus Fig. 17 ersichtlich, ist die Wirkung des Edelmetalls gering und das Korrosionspotential steigt mit der Zeit, wenn das Reaktorwasser eine hohe Eisenkonzentration aufweist. Eine solche Veränderung des Korrosionspotentials tritt auch auf, wenn ein TiO_2 -Film verwendet wird. Es ist aus den in Fig. 17 gezeigten Daten bekannt, dass die Verminderung der Eisenkonzentration des Reaktorwassers wirksam für die erfindungsgemässe Verminderung des Korrosionspotentials ist.

Fig. 18 zeigt eine Kernanlage mit einem Speisewasserreiniger als Beispiel, in dem Teile wie oder entsprechend denen in Fig. 4 gezeigten mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, und die Beschreibung hierfür wird ausgelassen. Die Eisenkonzentration des Speisewassers muss auf einen sehr geringen Wert begrenzt werden, um die lose Abscheidung von Hämatit auf der Oberfläche der Brennelemente zu unterdrücken. Um die Eisenkonzentration des Speisewassers auf einen sehr geringen Wert zu vermindern, braucht ein Reiniger (25) eine Vorfiltervorrichtung (26) und eine Demineralisationsvorrichtung (27), angeordnet in Reihe.

Fig. 19 ist ein Diagramm eines Wasserstoff/Alkohol-Injektionssystems. Die Wasserstoffkonzentration des Reaktorwassers kann wirksam durch Injizieren von Wasserstoff durch eine Speisewassersystem-Injektionsleitung, die mit dem Niederdruckteil einer Speisewasserleitung verbunden ist, in den Kernreaktor erhöht werden. Die gleiche Wirkung wie die der Erhöhung der Wasserstoffkonzentration kann durch Injizieren einer Flüssigkeit mit alkoholischen Gruppen, wie z. B. Methanol, in den Kernreaktor erreicht werden. Wasserstoff oder die Flüssigkeit kann in den Kernreaktor durch eine Speisewassersystem-Injektionsleitung (10) oder eine Rezirkulationssystem-Injektionsleitung (9), die mit einer Rezirkulationsleitung (8) verbunden ist, injiziert werden.

Fig. 20 ist ein Diagramm einer Siedewasserreaktor-Kernanlage, enthaltend einen Druckbehälter (5), eine Speisewasserleitung (6), ein Reinigungssystem (7), eine Rezirkulationsleitung (8) und eine Korrosionspotential-Messvorrichtung (11). Eine Edelmetallzusammensetzung-Injektionsleitung (9) ist mit der Rezirkulationsleitung (8) verbunden, um eine Edelmetallzusammensetzung in das Reaktorwasser zu injizieren. Das Reaktorwasser wird der Korrosionspotential-Messvorrichtung (11) zugeführt. Die Korrosionspotential-Messvorrichtung (11) misst das Korrosionspotential in dem Hochtemperaturreaktorwasser. Wenn ein Edelmetall auf ein Reaktorbauteil aufgetragen wird, wird die Edelmetallzusammensetzung-Injektionslinie (9) betrieben, um die Edel-

metallzusammensetzung in das Reaktorwasser zu injizieren. Die Edelmetallzusammensetzung kann in das Reaktorwasser injiziert werden, während sich der Kernreaktor in normalem Betrieb befindet, während der Kernreaktor abgeschaltet ist oder während der Kernreaktor in einer Anlaufphase ist, vorausgesetzt, dass ein Zielteil des Reaktorbauteils, das der Korrosionspotentialverminderung unterworfen werden soll, dem Reaktorwasser ausgesetzt ist. Die Beziehung zwischen Injektionszeit, Temperatur und Konzentration kann zuvor durch Experimente bestimmt werden, und die Beziehung kann zur Kontrolle einer Edelmetallzusammensetzung-Injektionsbetriebs verwendet werden, oder der Edelmetallzusammensetzung-Injektionsbetrieb kann durch Überwachen des Verfahrens der Edelmetallzusammensetzungsinjektion durch die Korrosionspotential-Messvorrichtung (11) überwacht werden, und die Edelmetallzusammensetzung kann in das Reaktorwasser injiziert werden, wobei die Verminderung des Korrosionspotentials bestätigt wird.

Obwohl die Edelmetallzusammensetzung in das Reaktorwasser über das Rezirkulationssystem in dieser Ausführungsform injiziert wird, kann die Edelmetallzusammensetzung in das Reaktorwasser über jedes Teil, das mit dem Kernreaktor verbunden ist, wie z. B. einem Speisewassersystem, einem Restwärme-Entfernungssystem, einem Kernreaktor-Reinigungssystem, einer Probenleitung oder dergleichen, injiziert werden. Die Edelmetallzusammensetzung kann in den Kernreaktor durch ein Verfahren eingeführt werden, bei dem ein gesinterter Edelmetallzusammensetzungsspreßling bereitgestellt wird, der eine Edelmetallzusammensetzung in den Kernreaktor entläßt. Die Siedewasserreaktor-Kernanlage weist ein Reinigungssystem für die Verminderung der Eisenkonzentration des Speisewassers auf ein ausreichend niedriges Niveau auf. Eine geringe Menge Wasserstoff wird in den Kernreaktor injiziert, so dass das Edelmetall seine katalytische Wirkung zeigen kann.

Wie aus der obigen erfindungsgemässen Beschreibung ersichtlich, kann das Korrosionspotential des Reaktorbauteils ohne Injektion von Wasserstoff in das Reaktorwasser oder durch Injizieren einer geringen Menge von Wasserstoff in das Reaktorwasser vermindert werden, um die Standzeit des Reaktorbauteils zu verlängern.

Es ist möglich, die Erhöhung der Dosisrate des Turbinensystems aufgrund der Wanderung von flüchtigem Ammoniak, das durch die Reaktion von in den Kernreaktor injiziertem Wasserstoff mit durch die Kernreaktion hergestelltem N-16 hergestellt wird, zu unterdrücken. Daher können verschiedene Einrichtungen zur Verminderung von überschüssigem Wasserstoff in dem Abgassystem durch Rekombination vermindert werden.

Weiterhin werden die Oxidation und Hydrierung der Brennstoffelementmaterialien nicht wesentlich gefördert, da nur eine sehr geringe Menge des Edelmetalls notwendig ist.

Obwohl die Erfindung mit ihren bevorzugten Ausführungsformen mit einem gewissen Grad an Eigenart beschrieben worden ist, sind hierbei viele Veränderungen und Variationen offensichtlich möglich. Es ist daher zu verstehen, dass die Erfindung anders als speziell beschrieben praktiziert werden kann, ohne ihren Umfang und Geist zu verlassen.

Patentansprüche

1. Reaktorbauteil, umfassend:
eine Oberfläche, angepasst an die Errichtung in dem Reaktorwasser eines Kernreaktors; und
eine Korrosionspotential-vermindernde Substanz, die auf der Oberfläche bereitgestellt wird, wobei die Kor-

rosionspotential-vermindernde Substanz ausgewählt wird aus der Gruppe bestehend aus einer fotokatalytischen Substanz, die eine elektromotorische Kraft unter Bestrahlung mit Licht oder radioaktiven Strahlen in dem Kernreaktor generiert, und einem Metall oder einer Metallverbindung, die die fotokatalytische Substanz unter einer Bedingung, die durch eine Temperatur und einen Druck in dem Kernreaktor spezifiziert ist, bilden.

2. Reaktorbauteil gemäss Anspruch 1, wobei die Korrosionspotential-vermindernde Substanz aus einem Teilchen mit einer Oberfläche gebildet wird, auf der mindestens ein Vertreter von Pt, Rh, Ru und Pd bereitgestellt wird.

3. Reaktorbauteil gemäss Anspruch 1, wobei das Licht in dem Kernreaktor in einem wassergekühlten Kernreaktor generierte Cherenkov-Strahlung ist.

4. Reaktorbauteil gemäss Anspruch 1, wobei die fotokatalytische Substanz die Eigenschaft eines n-Halbleiters aufweist.

5. Reaktorbauteil gemäss Anspruch 1, wobei die Korrosionspotential-vermindernde Substanz an der Oberfläche des Reaktorbauteils haftet oder einen Film hierauf bildet.

6. Reaktorbauteil gemäss Anspruch 1, wobei die Masse oder die Dicke der Korrosionspotential-vermindernden Substanz so ausgestaltet ist, dass der Strom, der durch die fotokatalytische Substanz unter Bestrahlung von Licht oder radioaktiver Strahlung generiert wird, nicht geringer ist als die Summe der Grenzstromdichten von Sauerstoff und Wasserstoffperoxid, die in dem Reaktorwasser enthalten sind.

7. Reaktorbauteil gemäss Anspruch 1, wobei die fotokatalytische Substanz eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus TiO_2 , ZrO_2 , PbO , BaTiO_3 , Bi_2O_3 , ZnO , WO_3 , SrTiO_3 , FeTiO_3 , KTaO_3 , MnTiO_3 und SnO_2 ist.

8. Reaktorbauteil gemäss Anspruch 1, wobei die Korrosionspotential-vermindernde Substanz ein Oxid von Ti oder Zr, metallisches Ti, metallisches Zr oder ein Hydrat von Ti oder Zr ist.

9. Reaktorbauteil gemäss Anspruch 1, wobei die Haftung der Korrosionspotential-vermindernden Substanz an einen Korrosionsoxidfilm, der auf der Oberfläche des Reaktorbauteils gebildet wird, durch Versehen einer hydrophilen Eigenschaft oder durch Mischen mit einer Bindemittelsubstanz verstärkt wird.

10. Verfahren zur Unterdrückung von Korrosion eines Reaktorbauteils, umfassend:

Kontrollieren des Korrosionspotentials des Reaktorbauteils durch Bereitstellen einer Korrosionspotential-vermindernden Substanz auf einer Oberfläche des Reaktorbauteils, wobei die Korrosionspotential-vermindernde Substanz ausgewählt wird aus der Gruppe bestehend aus einer fotokatalytischen Substanz, die eine elektromotorische Kraft unter Bestrahlung mit Licht oder radioaktiven Strahlen in dem Kernreaktor generiert, und einem Metall oder einer Metallverbindung, die die fotokatalytische Substanz unter einer Bedingung, die durch eine Temperatur und einen Druck in dem Kernreaktor spezifiziert ist, bildet.

11. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei die Korrosionspotential-vermindernde Substanz aus einem Teilchen mit einer Oberfläche gebildet wird, auf der mindestens ein Vertreter von Pt, Rh, Ru und Pd bereitgestellt wird.

12. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei die Eisenkonzentration des Speisewassers in dem Kernreaktor

kontrolliert wird.

13. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei die fotokatalytische Substanz eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus TiO_2 , ZrO_2 , PbO , BaTiO_3 , Bi_2O_3 , ZnO , WO_3 , SrTiO_3 , Fe_2O_3 , FeTiO_3 , KTaO_3 , MnTiO_3 und SnO_2 ist.

14. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei die Korrosionspotential-vermindernde Substanz auf der Oberfläche des Reaktorbauteils haftet oder einen Film bildet.

15. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei eine Lösung oder eine Suspension einer Zusammensetzung, enthaltend die fotokatalytische Substanz, zu dem Reaktorwasser hinzugefügt wird, so dass die fotokatalytische Substanz an der Oberfläche des Reaktorbauteils haftet oder ein Film der fotokatalytischen Substanz auf der Oberfläche des Reaktorbauteils gebildet wird.

16. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei die Korrosionspotential-vermindernde Substanz an der Oberfläche des Reaktorbauteils durch Sprühen, thermisches Sprühen, physikalische Dampfabcheidung oder chemische Dampfabcheidung haftet oder abgeschieden wird.

17. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei die Korrosionspotential-bildende Substanz als ein Film mit einer Dicke im Bereich von 0,1 bis 1 μm gebildet wird.

18. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Reaktorbauteil aus einer Legierung auf Eisenbasis oder Nickelbasis hergestellt wird, und die Korrosionspotential-vermindernde Substanz auf einem Korrosionsoxidfilm gebildet wird, der auf der Oberfläche des Reaktorbauteils gebildet wird.

19. Verfahren gemäss Anspruch 18, wobei der Korrosionsoxidfilm eine äussere Schicht mit der Eigenschaft eines n-Halbleiters und eine innere Schicht mit der Eigenschaft eines p-Halbleiters aufweist, oder eine einzelne Schicht mit der Eigenschaft eines p-Halbleiters aufweist.

20. Verfahren gemäss Anspruch 19, wobei, wenn der Korrosionsoxidfilm die äussere Schicht mit der Eigenschaft eines n-Halbleiters und die innere Schicht mit der Eigenschaft eines p-Halbleiters aufweist, die Korrosionspotential-vermindernde Substanz auf dem Korrosionsoxidfilm des Reaktorbauteils nach Instabilisieren der äusseren Schicht durch Erhöhen der Wasserstoffkonzentration instabilisiert wird oder nachdem die äussere Schicht durch ein Dekontaminierungsverfahren entfernt wird, gebildet wird.

21. Verfahren gemäss Anspruch 20, wobei die äussere Schicht mit der Eigenschaft eines n-Halbleiters durch ein chemisches Dekontaminierungsverfahren, ein elektrolytisches Dekontaminierungsverfahren oder ein Laserdekontaminierungsverfahren entfernt wird.

22. Verfahren gemäss Anspruch 21, wobei die äussere Schicht mit der Eigenschaft eines n-Halbleiters durch Bestrahlen der äusseren Schicht mit Laserlicht in Wasser entfernt wird.

23. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei eine lose Abscheidung von Hämatit auf einer Oberfläche eines Kernbrennelements durch Kontrolle der Eisenkonzentration des Speisewassers in dem Kernreaktor durch einen in einem Kondensationssystem des Kernreaktors bereitgestellten Reiniger kontrolliert wird.

24. Verfahren gemäss Anspruch 23, wobei der Reiniger eine Filtervorrichtung und eine Demineralisationsvorrichtung enthält.

25. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei Wasserstoff oder Methanol durch ein Speisewassersystem des Kernreaktors in das Reaktorwasser injiziert wird.

26. Verfahren zur Unterdrückung von Korrosion eines Reaktorbauteils, umfassend:

Kontrollieren der Eisenkonzentration des Speisewassers in dem Kernreaktor, so dass das Hämatit in einer losen Abscheidung nicht auf der Oberfläche des Kernbrennelements produziert wird;

Abscheiden mindestens eines Vertreters von Pt, Rh, Ru und Pd auf einem Korrosionsoxidfilm, der auf einer Oberfläche des Reaktorbauteils gebildet wurde, in einer Masse pro Flächeneinheit von 0,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$; und

Kontrollieren der Qualität des Reaktorwassers, so dass das Reaktorwasser ein molares Sauerstoff/Wasserstoff-Verhältnis im Bereich von 0,4 bis 0,5 aufweist.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

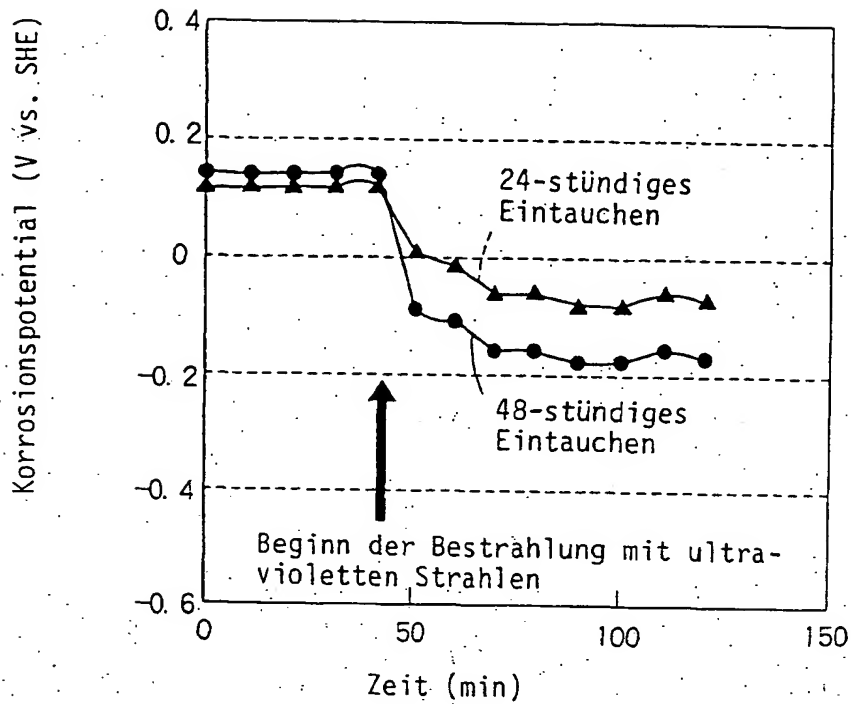


FIG. 7

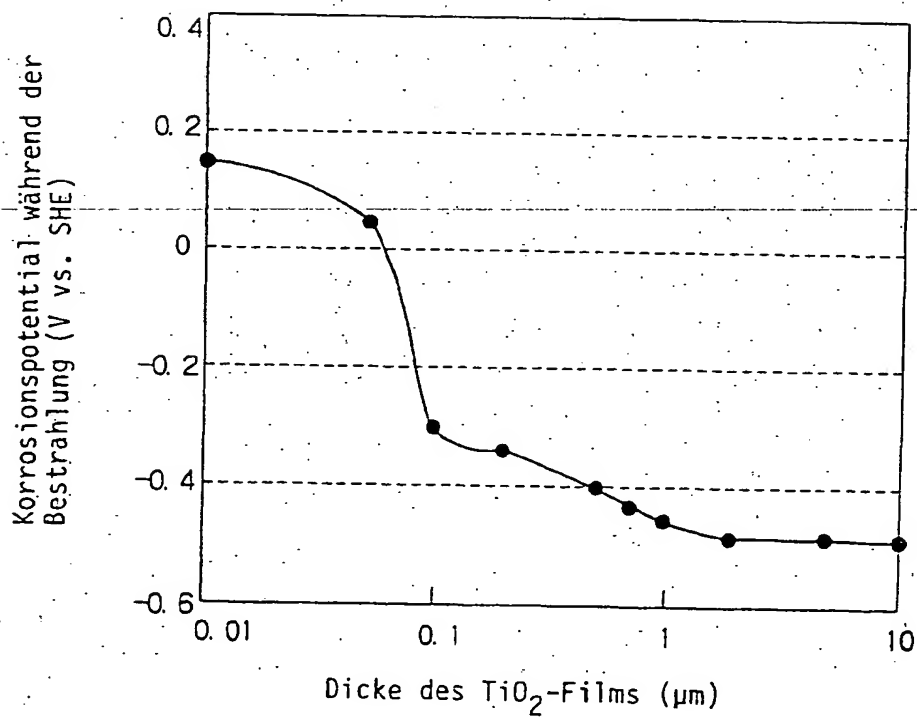


FIG. 8

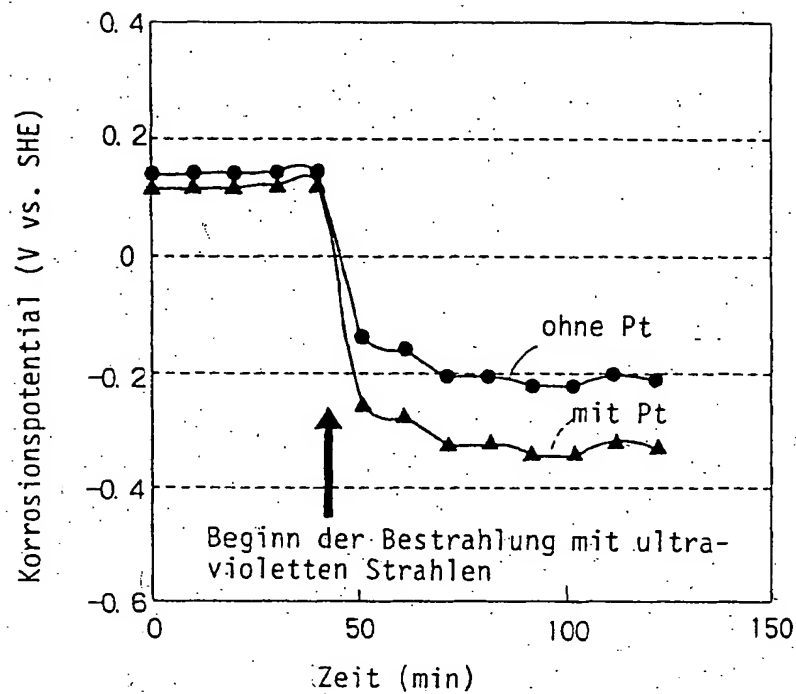


FIG. 9

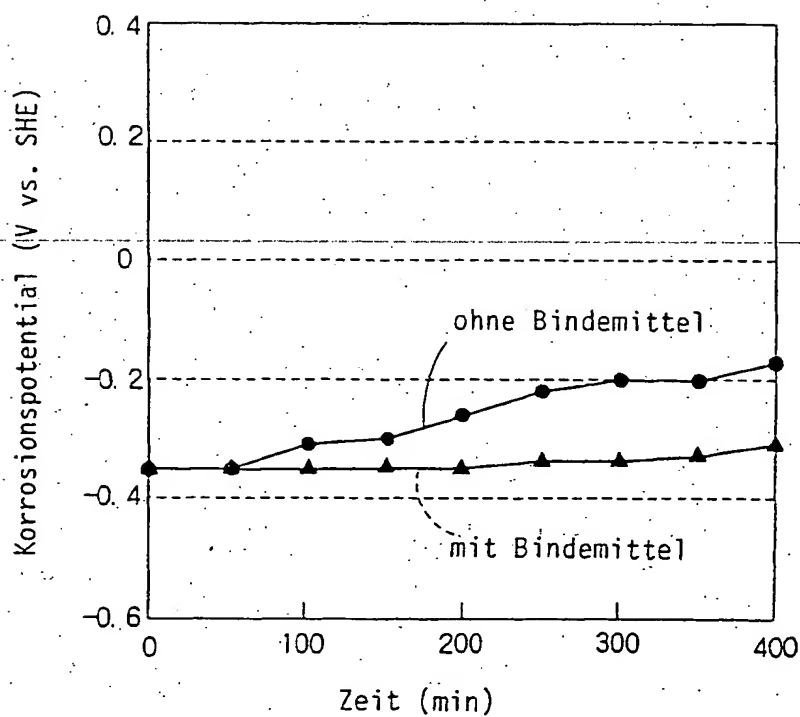


FIG. 10

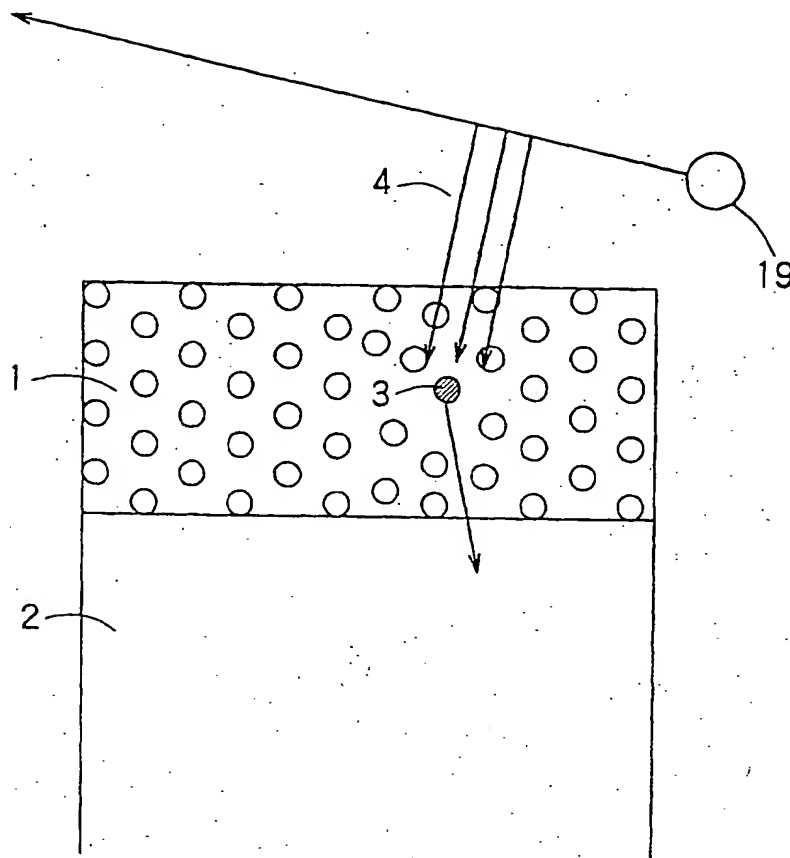


FIG. 11

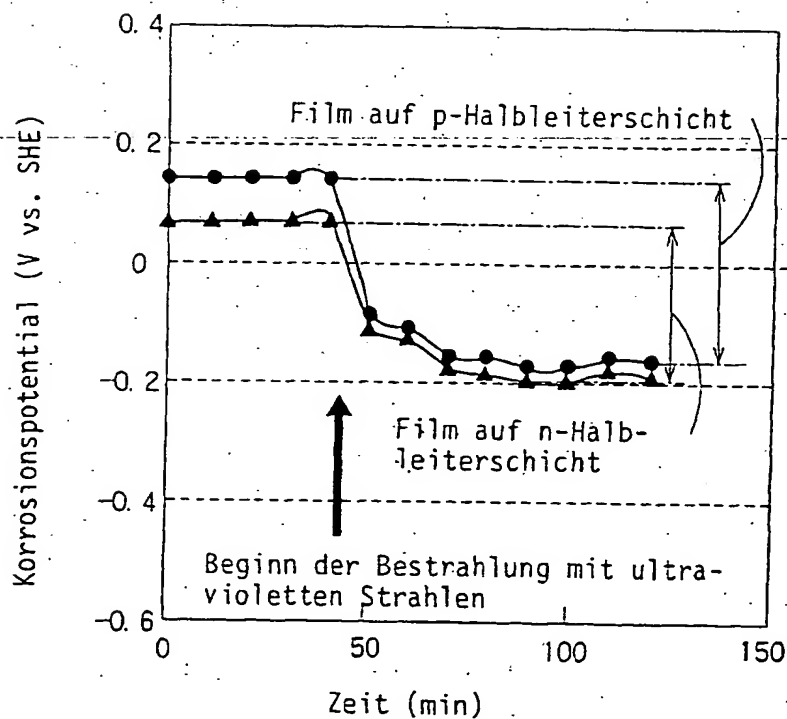


FIG. 12

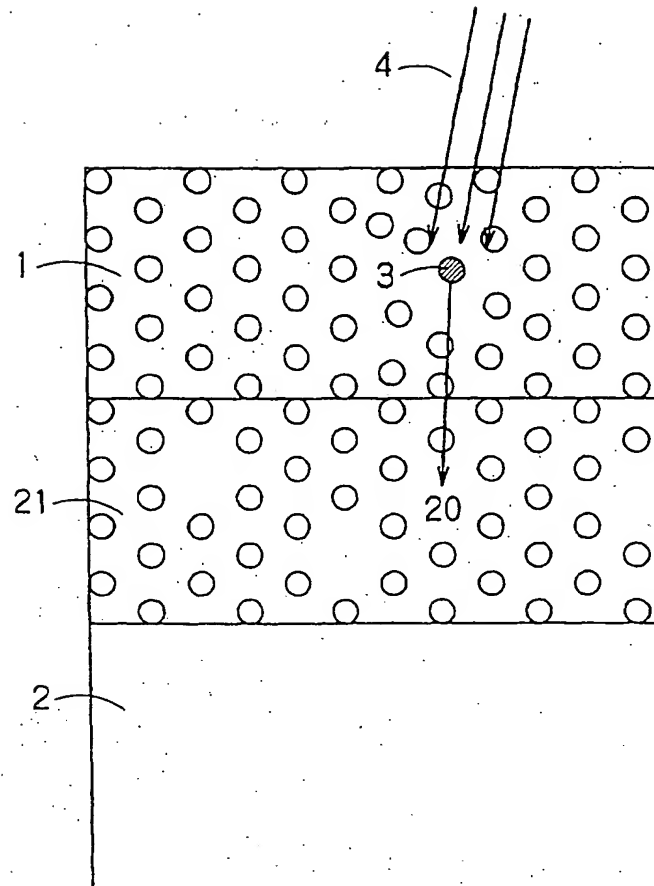


FIG. 13

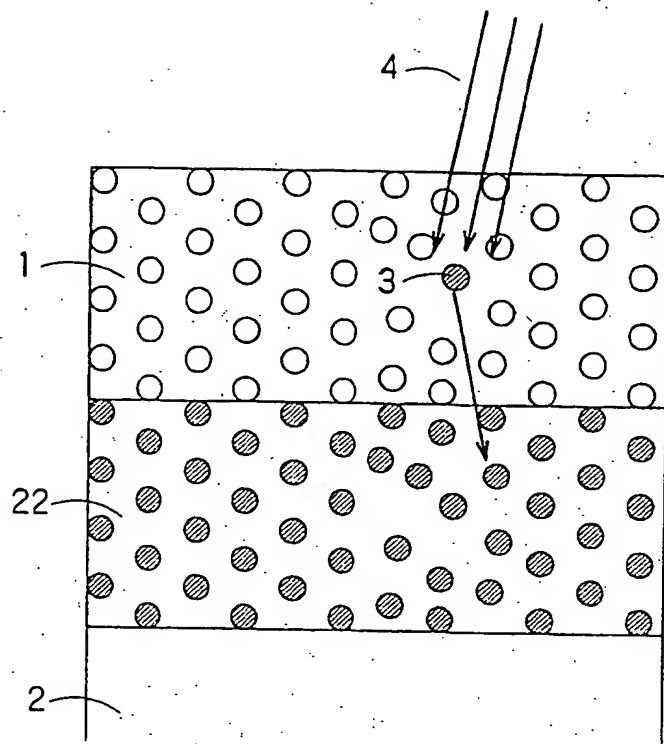


FIG. 15

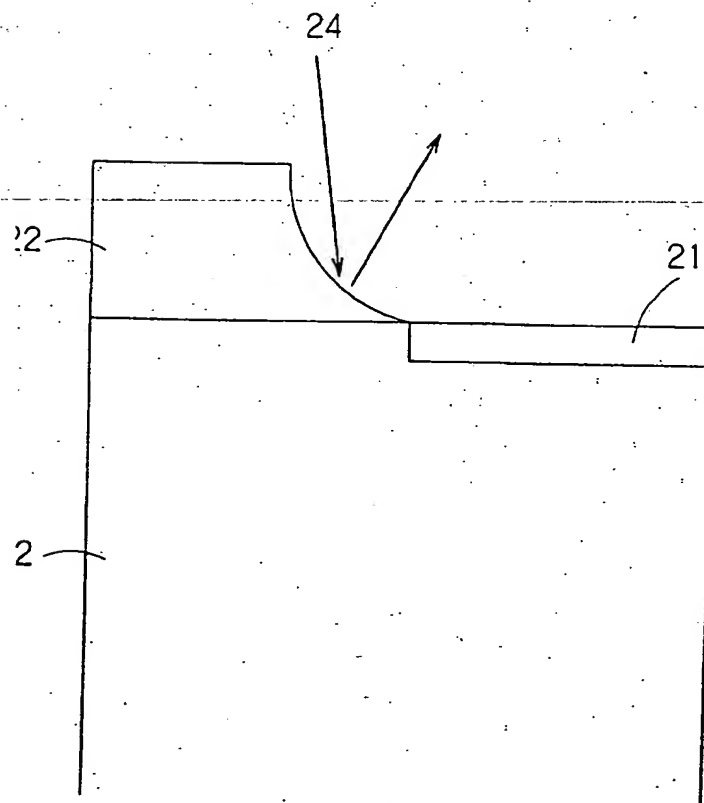


FIG. 16

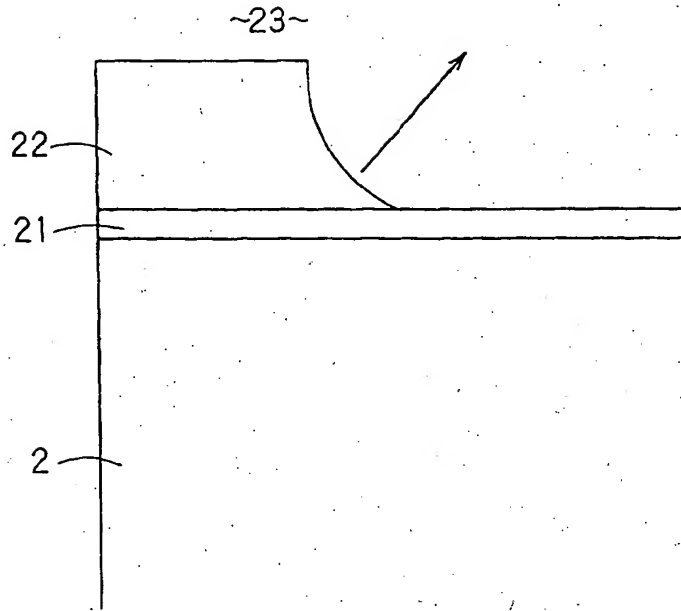


FIG. 14A

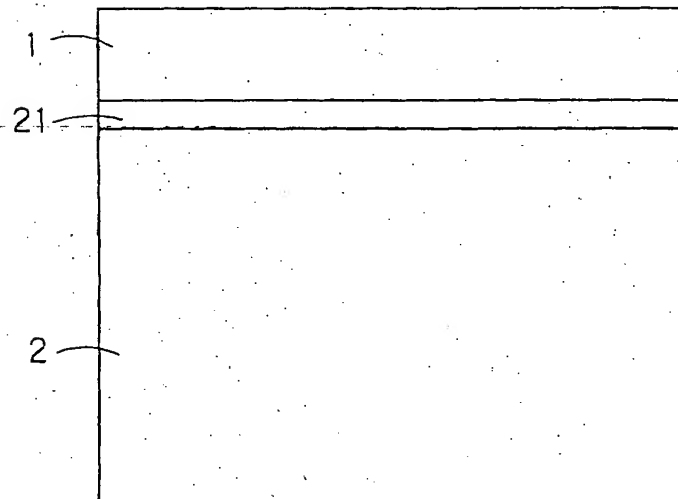


FIG. 14B

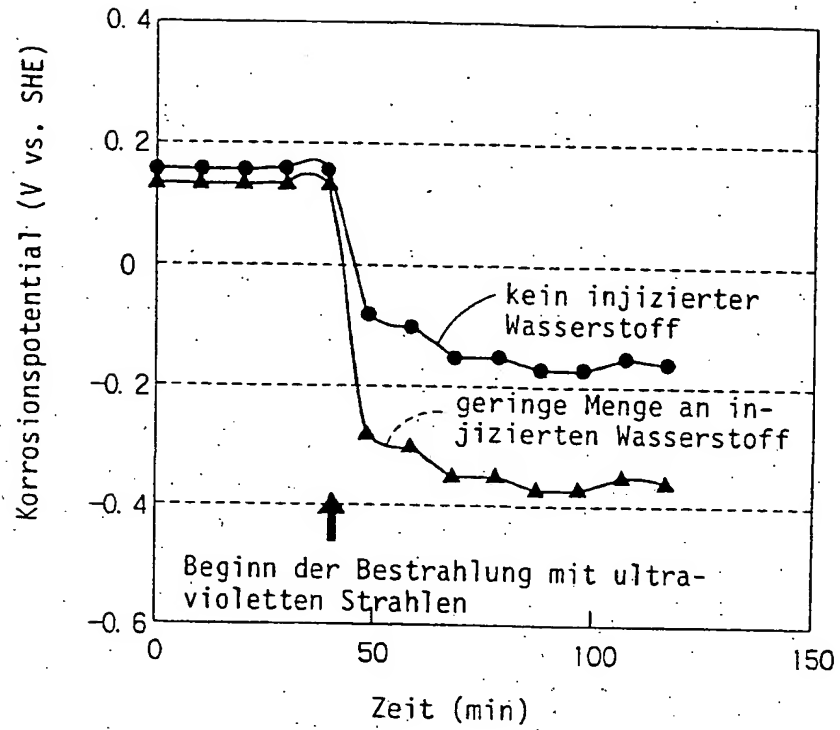


FIG. 3

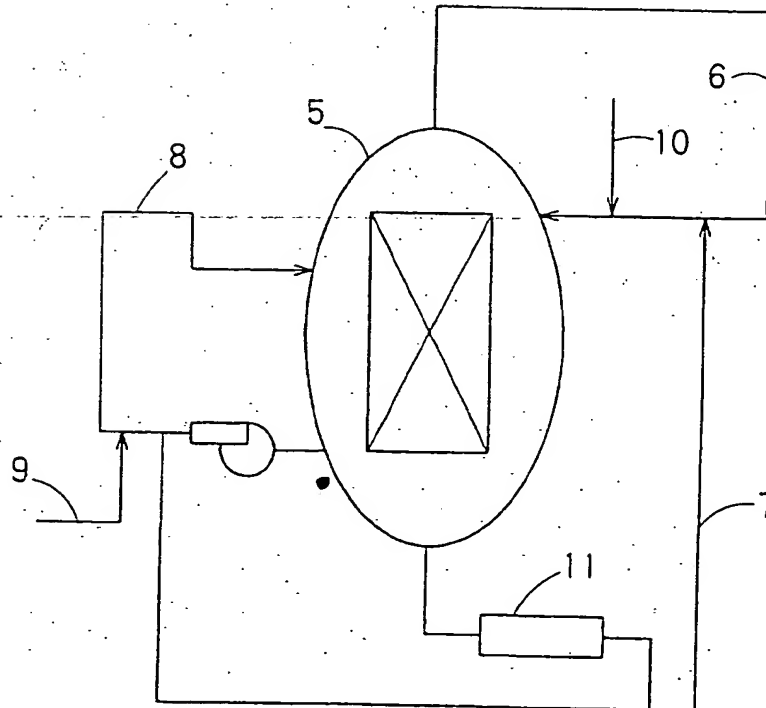


FIG. 4

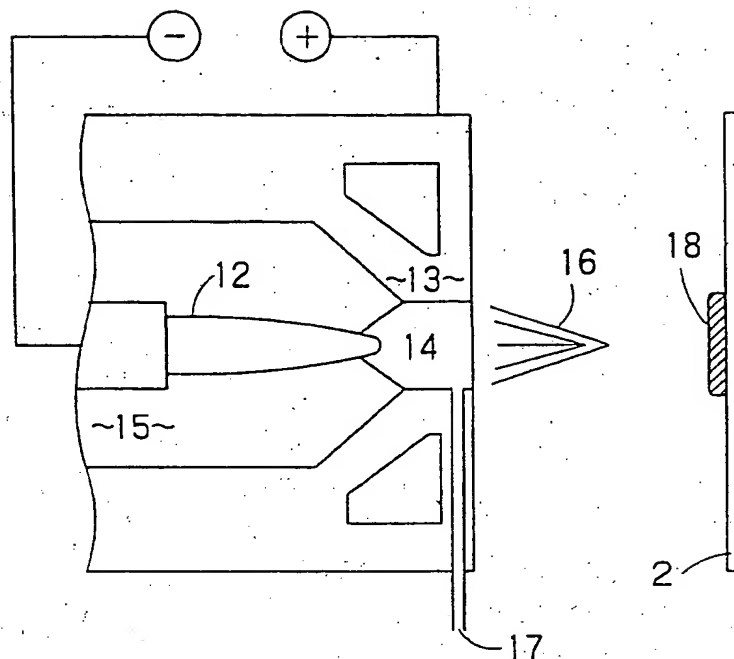


FIG. 5

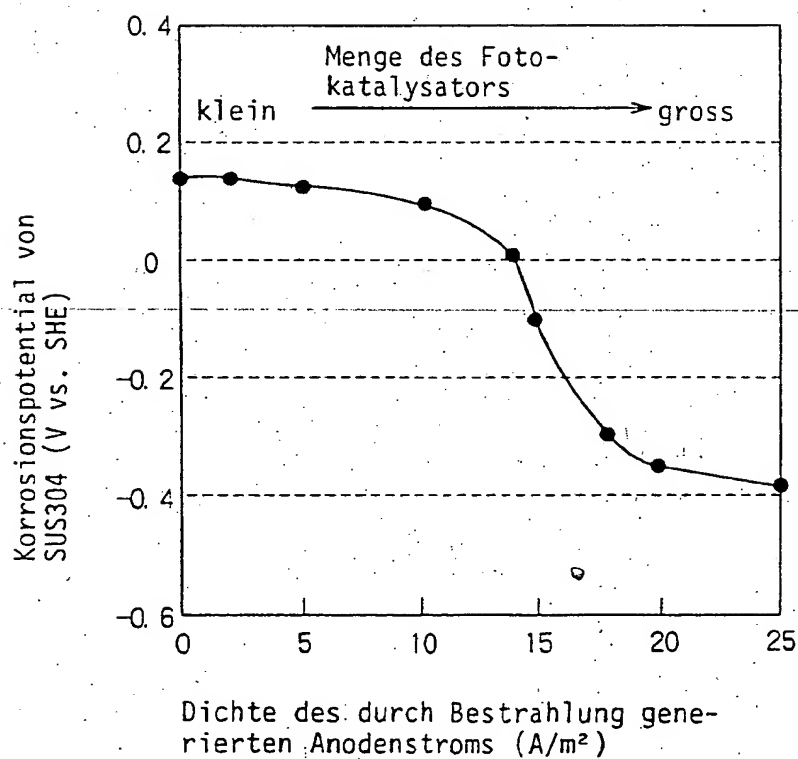


FIG. 6

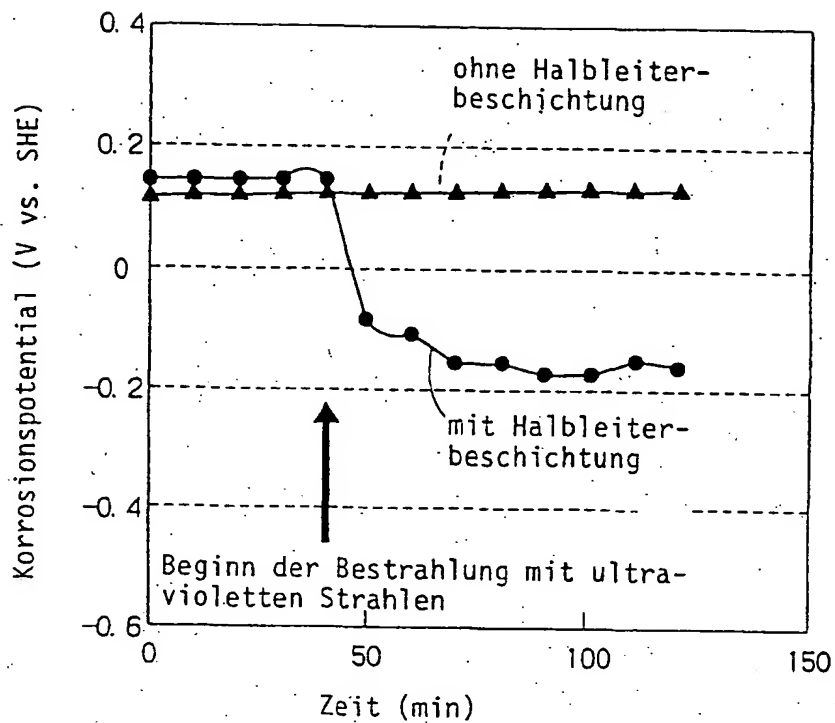


FIG. 1

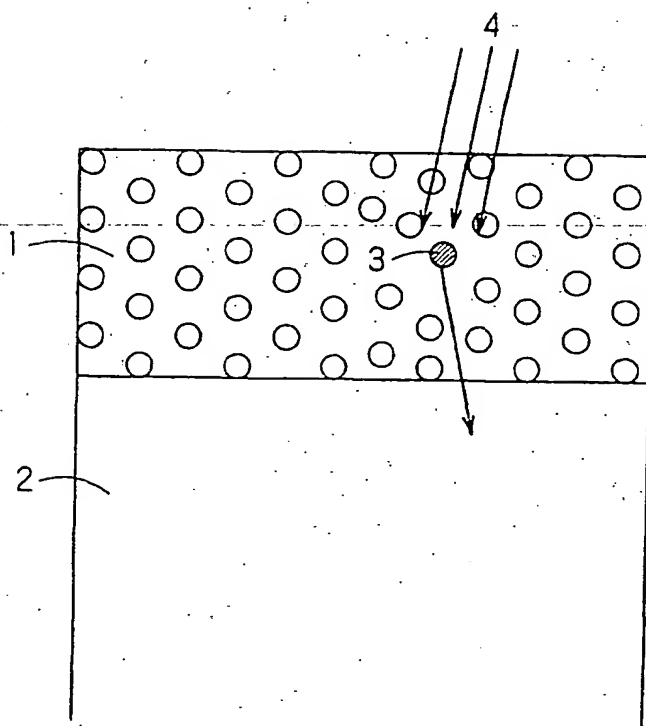


FIG. 2

- Leerseite -

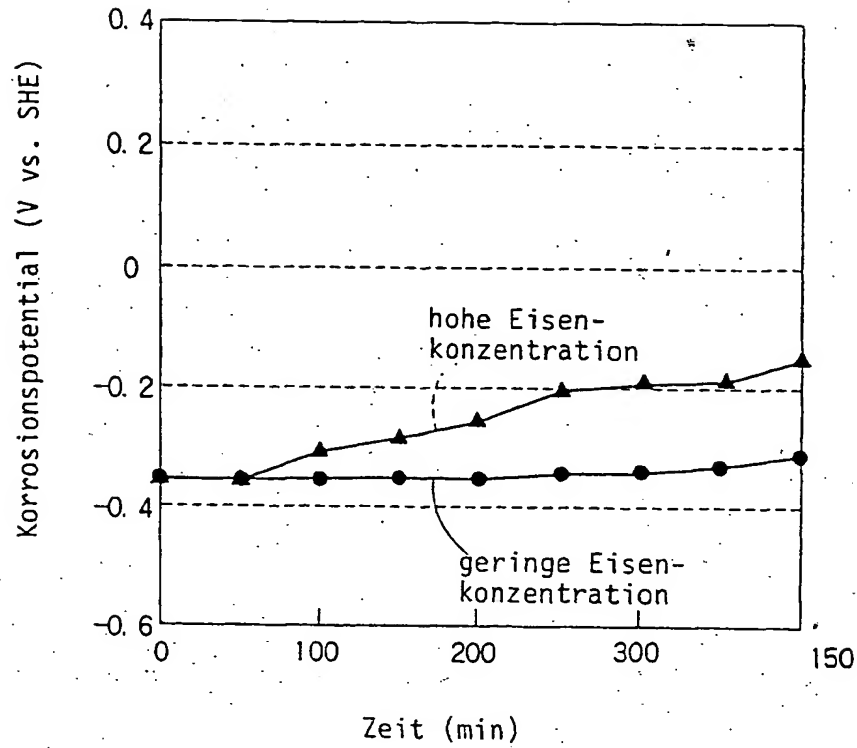


FIG. 17

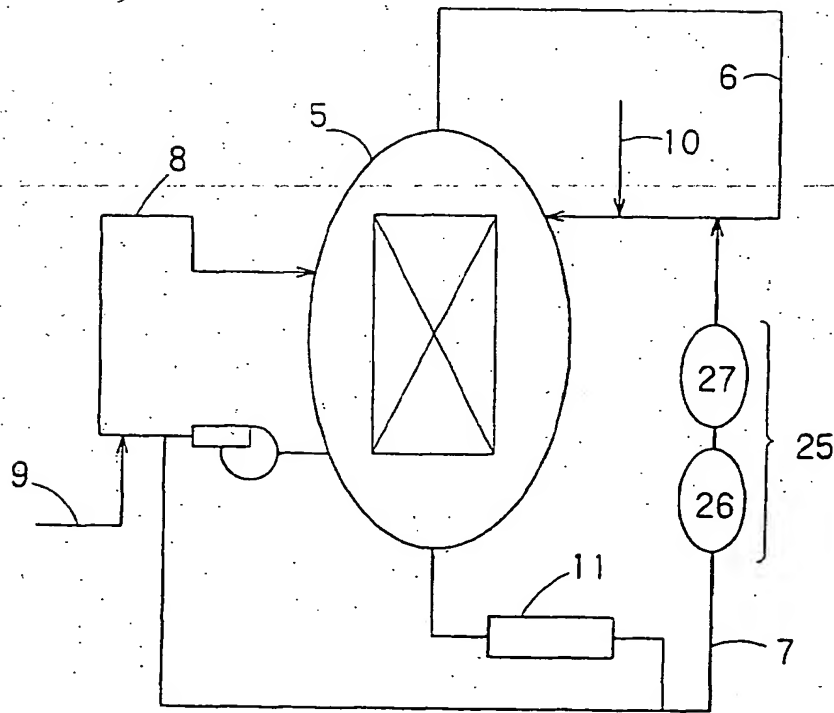


FIG. 18

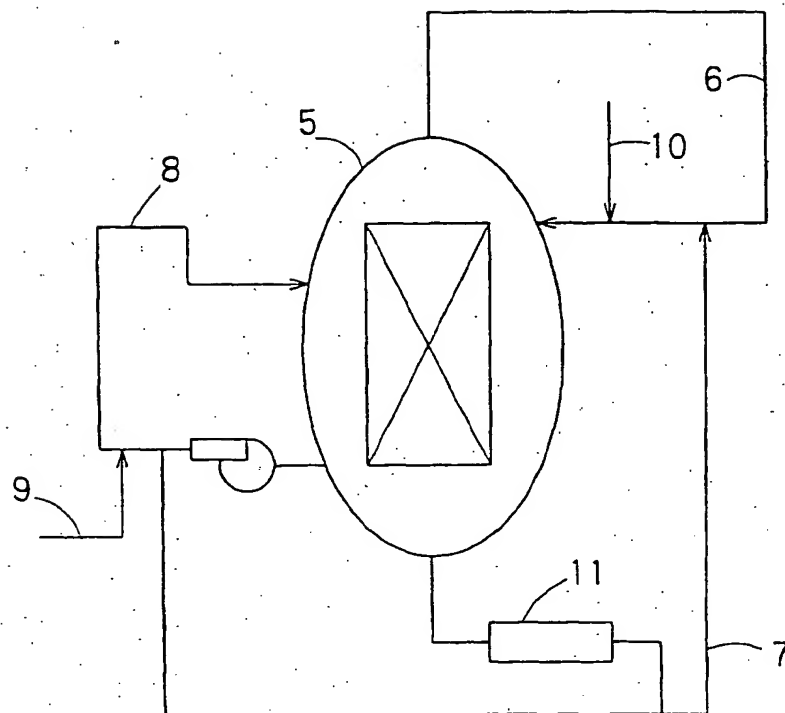


FIG. 19

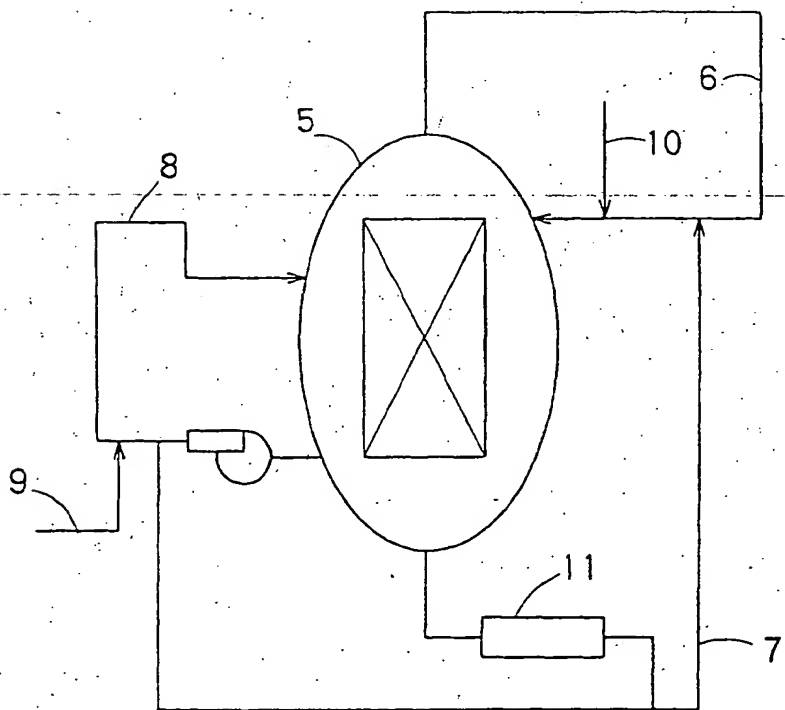


FIG. 20

REACTOR STRUCTURE MATERIAL AND CORROSION REDUCING METHOD FOR REACTOR STRUCTURE MATERIAL

Patent Number: JP2001004789
Publication date: 2001-01-12
Inventor(s): ICHIKAWA NAGAYOSHI; HENMI YUKIO; OSATO TETSUO; TAKAGI JUNICHI; YAMAZAKI KENJI
Applicant(s): TOSHIBA CORP
Requested Patent: DE10030726
Application Number: JP19990177512 19990623
Priority Number(s):
IPC Classification: G21D1/00; G21C5/00
EC Classification:
Equivalents: SE0002345, TW457490

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent stress corrosion cracking of reactor structure material by reducing the injection quantity of hydrogen for preventing stress corrosion cracking and injection quantity of noble metals, reducing transportation of radioactivity to the turbine system by this, reducing as much as possible the quantity of excess hydrogen in an off-gas system, minimizing the adhesion quantity of rare metals on fuel material surface, suppressing the production of loose particulate iron produced on fuel material surface and lowering the corrosion potential of the reactor primary system material without increasing oxidation and hydrogenation of fuel materials.

SOLUTION: A photocatalyst material such as n-type semiconductor 1 is adhered on metal parent material 2 such as stainless steel and welding material, inconnel, hydrogen concentration in reactor water is raised if necessary, and current is caused in the metal parent material from the optical catalyst material by irradiation with light and radiation existing in the reactor to lower corrosion current. One or more kinds of Pt, Rh, Ru or Pd may be adhered on the surface of the optical catalyst material.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Docket # MOH-P010057

Applic. # _____

Applicant: B. Stelling et al.

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

